

Aus dem Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen
Nordbayern, Nürnberg (Präsident Dr. Schmittdiel)
Arbeit angefertigt unter Anleitung von
Leitendem Veterinärdirektor Dr. K. Bauer

vorgelegt über das

Institut für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Professor Dr. Dr. h. c. mult. A. MAYR

UNTERSUCHUNGEN ZUR VERBREITUNG
VON CHLAMYDIA PSITTACI BEI RINDERN
IN BAYERN
UND VORKOMMEN DES ERREGERS
IN MILCHVIEHBETRIEBEN MIT ERHÖHTER
ABORTRATE

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von

Rita Saffer
aus Erlangen

München 1987



Aus dem Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen
Nordbayern, Nürnberg (Präsident Dr. Schmittziel)
Arbeit angefertigt unter Anleitung von
Leitendem Veterinärdirektor Dr. K. Bauer

vorgelegt über das

Institut für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Professor Dr. Dr. h. c. mult. A. MAYR

**UNTERSUCHUNGEN ZUR VERBREITUNG
VON CHLAMYDIA PSITTACI BEI RINDERN
IN BAYERN
UND VORKOMMEN DES ERREGERS
IN MILCHVIEHBETRIEBEN MIT ERHÖHTER
ABORTRATE**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von

Rita Saffer
aus Erlangen

München 1987

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker

Referent: Prof. Dr. Dr. h.c.mult. A. Mayr

Korreferent: Prof. Dr. J. Kösters

Tag der Promotion: 24. Juli 1987

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	Seite 1
II. Literatur	3
1. Der Erreger und seine Bedeutung für das Rind	3
1.1 Einordnung und Benennung	3
1.2 Stoffwechsel, Morphologie, Entwicklung	4
1.3 Infektion und Infektionsverlauf	7
1.4 Antigene und Immunität	12
1.5 Verbreitung und Manifestationen bei Säugetieren	16
2. Humanpathogenität	22
3. Erregernachweis	26
3.1 Direkter Nachweis	26
3.2 Indirekter Nachweis	27
4. Bekämpfung	29
4.1 Impfung	29
4.2 Desinfektion	31
4.3 Therapie	33
4.4 Gesetze und Verordnungen	35
III. Eigene Untersuchungen	36
1. Material	36
1.1 Herkunftsgebiet der untersuchten Rinder	36
1.2 Blutproben	37
1.3 Materialien für die KBR	38
2. Methoden	40
2.1 Prinzip der KBR	40
2.2 Das hämolytische System	40
2.3 Komplement-Vorversuch	41
2.4 KBR-Hauptversuch	42
2.4.1 Feststellung positiver Seren	42
2.4.2 Titerbestimmung der positiven Seren	44
2.4.3 Sicherung der Spezifität des Antikörpertiters	46
2.5 Untersuchung der Nachgeburten	46
2.6 Statistische Methoden	47
3. Untersuchungsergebnisse	48
3.1 Serologisch positive Tiere normaler Bestände	48
3.2 Serologisch positive Tiere der Bestände mit erhöhter Abortrate (= Verwerfensbetriebe)	53
3.3 Verseuchungsgrad der Betriebe in Abhängigkeit von der Bestandgröße	54
3.4 Verseuchungsgrad des Tierbestandes in Abhängigkeit vom Alter der Tiere	57
3.5 Positive Nachgeburten	58
3.6 Chlamydien-positive Betriebe im Zusammenhang mit dem Auftreten von Q-Fieber	59
3.7 Mögliche Einflüsse einer Impfung	60
IV. Diskussion	62
V. Zusammenfassung	70
Literaturverzeichnis	79

Tabellen und Abbildungen

- Tabelle 1: Tenazität von *Chlamydia psittaci* nach Sprockhoff (1980)
- Tabelle 2: Verbreitung von *Chlamydia psittaci* bei Säugern
- Tabelle 3: Verbreitung von *Chlamydia psittaci* bei Rindern
- Tabelle 4: Manifestationen von Chlamydieninfektionen bei Säugern nach Storz und Krauss (1985)
- Tabelle 5: Gemeldete Erkrankungen von Ornithose beim Menschen in der Bundesrepublik Deutschland von 1966 bis 1980 nach Weber (1986)
- Tabelle 6: Krankheitsfälle beim Menschen durch Säugetierchlamydien nach Wachendörfer und Lohrbach (1980)
- Tabelle 7: Wirksamkeit verschiedener Desinfektionsmittel auf Chlamydien nach Brüning (1982)
- Tabelle 8: Wirksamkeit (in vitro) verschiedener Antibiotika gegen Chlamydien nach Johnson et al. (1983)
- Tabelle 9: Komplementauswertung im Vorversuch
- Tabelle 10: KBR-Hauptversuch
- Tabelle 11: Titerbestimmung positiver Seren
- Tabelle 12: Untersuchte Betriebe und Rinder in der Oberpfalz
- Tabelle 13: Untersuchte Betriebe und Rinder in Oberfranken
- Tabelle 14: Untersuchte Betriebe und Rinder in Mittelfranken
- Tabelle 15: Untersuchte Betriebe und Rinder in Unterfranken
- Tabelle 16: Untersuchte Betriebe und Rinder in Nordbayern
- Tabelle 17: Untersuchte Betriebe und Rinder in Oberbayern
- Tabelle 18: Untersuchte Betriebe und Rinder in Niederbayern
- Tabelle 19: Untersuchte Betriebe und Rinder in Schwaben
- Tabelle 20: Untersuchte Betriebe und Rinder in Südbayern
- Tabelle 21: Untersuchte Betriebe und Rinder in Bayern gesamt
- Tabelle 22: Untersuchte Verwerfensbetriebe in Nordbayern
- Tabelle 23: Verseuchungsgrad stichprobenhaft gezogener Betriebe in Bayern bezogen auf die Betriebsgröße
- Tabelle 24: Verseuchungsgrad der Verwerfensbetriebe bezogen auf die Betriebsgröße
- Tabelle 25: Verteilung der positiven Betriebe und Tiere bei stichprobenhaft gezogenen Betrieben in Abhängigkeit vom Verseuchungsgrad
- Tabelle 26: Verteilung der positiven Betriebe und Tiere in Abhängigkeit vom Verseuchungsgrad bei Betrieben mit erhöhten Verwerfensfällen
- Tabelle 27: Normalbetriebe mit nur 1 oder 2 positiven Tieren
- Tabelle 28: Verwerfensbetriebe mit nur 1 oder 2 positiven Tieren
- Tabelle 29: Verseuchungsgrad in Abhängigkeit vom Alter der Rinder in Bayern gesamt
- Abbildung 1: Wachstumskurve einer Bakterienkultur nach Rolle und Mayr
- Abbildung 2: Infektionsmodus und Infektketten bei der Chlamydieninfektion der Rinder nach Horsch (1980 b)
- Abbildung 3: Schema des zyklischen Infektionsablaufs bei Chlamydieninfektionen der Wiederkäuer nach Horsch (1980 b)
- Abbildung 4: Herkunftsgebiet der untersuchten Blutproben

I. EINLEITUNG

Chlamydien als Krankheitserreger beim Menschen wurden erstmals 1879 in der Literatur von Ritter erwähnt. Betroffen war eine siebenköpfige schweizer Familie, die sich durch Papageien infizierte. Drei Menschen starben. Es folgte eine Pandemie mit hoher Letalität (Horsch, 1980 a).

Seit dieser Zeit werden bei menschlichen Erkrankungen durch Chlamydien tierischen Ursprungs überwiegend Vögel - besonders Psittaciden - als Überträger angesehen. Dies hat sich auch in der Benennung - Chlamydia psittaci- geäußert.

Erst in den letzten 30 Jahren rückte die Bedeutung anderer Tiere - insbesondere der Wiederkäuer - als Träger von Chlamydien ins Blickfeld: Zahlreiche Untersuchungen belegten die Verbreitung von Chlamydia psittaci bei Hauswiederkäuern in der ganzen Welt. Die größte wirtschaftliche Bedeutung kommt dabei den Chlamydien beim Schaf zu, nachdem Stamp sie 1951 als Erreger des enzootischen Schafsabortes nachwies.

Man entdeckte spezifisch an Rind oder Schaf adaptierte Stämme des Erregers, die als Ursache für eine Vielzahl unterschiedlicher Erkrankungen dieser Tiere in Frage kommen. Nicht zuletzt sind Wiederkäuer heute auch als Infektionsquelle für menschliche Erkrankungen erkannt worden.

Während nun über die Verbreitung der Chlamydien beim Schaf zahlreiche Arbeiten veröffentlicht wurden, ist über die Verbreitung dieses Erregers beim Rind vor allem in der Bundesrepublik Deutschland relativ wenig bekannt, da sich hier Bestandsuntersuchungen weitgehend auf einzelne

Problembestände beschränken. Aufgabe dieser Arbeit soll daher sein, durch serologische Untersuchung einer repräsentativen Auswahl von Rinderseren aus Bayern die Verbreitung der Chlamydien in diesem Bundesland beim Rind aufzuzeigen. Da in vielen Ländern ein Chlamydienabort beim Rind nachgewiesen wurde, soll versucht werden, durch Untersuchung von Proben aus Betrieben mit akutem Abortgeschehen festzustellen, welche Rolle Chlamydien beim Rinderabort in Bayern spielen. Weiterhin soll auf die Bedeutung von Fakten wie Alter der untersuchten Tiere oder Betriebsgröße für die Infektion eingegangen werden.

II. LITERATUR

1. Der Erreger und seine Bedeutung für das Rind

1.1 Einordnung und Benennung

Chlamydien werden heute allgemein als eine selbständige Gruppe von prokaryoten Mikroorganismen angesehen (Storz und Krauss, 1985). Sie zeigen viele Gemeinsamkeiten mit den Bakterien, wie gleichzeitiges Vorkommen von DNS und RNS im Erreger, rudimentäre Zellwand, Vermehrung durch Zweiteilung, Antibiotikaempfindlichkeit. Da sie jedoch zur Vermehrung auf lebende Zellen angewiesen sind, wurden sie lange Zeit den großen Viren zugeordnet (Rolle und Mayr, 1978).

Die Gattungsbezeichnung Chlamydia setzte sich in den 70er Jahren gegenüber synonymen Bezeichnungen wie Miyagawanella, Bedsonia, Neo- oder Pararickettsia durch (Plagemann, 1981).

Auf Grund ihres charakteristischen Entwicklungszykluses wurden die Chlamydien in der 8. Ausgabe von Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (1974) als selbständige Ordnung beschrieben:

Ordnung: Chlamydiales

Familie: Chlamydiaceae

Genus: Chlamydia

Species: Chlamydia trachomatis

Chlamydia psittaci

Alle Chlamydien besitzen ein gemeinsames Gruppenantigen. Die beiden Species unterscheiden sich dadurch voneinander, daß nur *C. trachomatis* mit Jod anfärbbar sowie sulfonamidempfindlich ist, *C. psittaci* dagegen nicht. Innerhalb beider Species treten verschiedene Bio- und Serotypen auf

(Wachendörfer und Lohrbach, 1980).

Für die Species *C. trachomatis*, die nur für den Menschen pathogen ist, lassen sich im Mikroimmunofluoreszenztest 15 Serotypen nachweisen, die zu 3 Biotypen (=Erkrankungskomplexen) gehören. Bei *C. psittaci* zeigen aviäre und Säuger-Stämme deutliche antigenetische Unterschiede (v.a. im Neutralisationstest). Des weiteren unterscheiden sich auch aviäre Stämme verschiedener Vogelarten bzw. verschiedene Säugerstämme wieder voneinander. Bei Rind und Schaf sind bis jetzt 2 Serotypen bekannt: Serotyp I verursacht Aborte, Genital- und Intestinalerkrankungen, Serotyp II Encephalomyelitis, Polyarthrit, Konjunktivitis und Enteritis jeweils bei Schaf und Rind (Schachter et al., 1975; Wehr, 1980; Witter et al., 1982).

1.2 Stoffwechsel, Morphologie, Entwicklung

Die bis heute untersuchten Chlamydien-Stämme sind anaerob und frei von Cytochromen. Sie sind nicht in der Lage, hochenergetische Verbindungen herzustellen oder zu speichern und auch für etliche essentielle Stoffwechselprodukte sind sie auf Zufuhr durch eukaryote Zellen angewiesen. Chlamydien sind daher gezwungen, ihre Vermehrung ausschließlich intrazellulär ablaufen zu lassen, obwohl sie DNS und RNS gleichzeitig beinhalten.

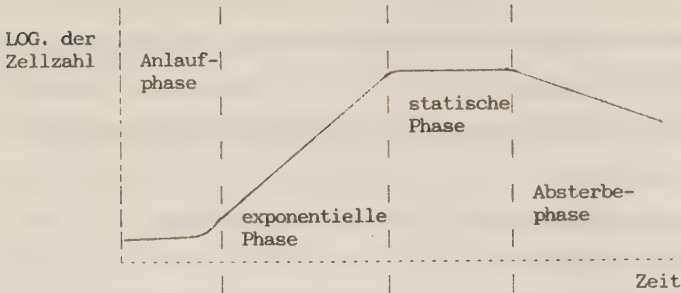
Die Morphologie der Chlamydien ist eng mit ihrer Entwicklung gekoppelt, da sich Größe und Struktur mit dem jeweiligen Entwicklungsstadium ändern.

Storz (1985) spricht von einem zyklischen Ablauf der Vermehrung und teilt sie folgendermaßen ein:

- Anheftung der infektiösen Elementarkörperchen an die Wirtszellen und Aufnahme in das Zytoplasma
- Umbildung der Elementarkörperchen in teilungsfähige Retikularkörper mit Entfaltung des Genoms
- Vermehrung der nicht-infektiösen, aber metabolisch aktiven Retikularkörper durch Zweiteilung
- Reorganisation der Elementarkörperchen aus den Retikularkörpern mittels eines Übergangsstadiums, der sog. kondensierten Form, und Freisetzung durch lysosomale Enzyme

Dieser Zyklus dauert 24 bis 48 Stunden. Es läßt sich eine Wachstumskurve, vergleichbar der der Bakterien, aufstellen. Die Anlaufphase stellt bei den Chlamydien die Zeit der Umbildung der Elementarkörperchen in Retikularkörper dar und ist mit 6 bis 8 Stunden bedeutend länger als beim typischen Bakterienwachstum. Die Vermehrung der Retikularkörper entspricht der Phase des exponentiellen Wachstums und dauert 8 bis 20 Stunden. Es folgen stationäre und Absterbephase, deren Dauer von der Abwehr des Wirtes und der Pathogenität des Erregerstammes abhängt (siehe Abb. 1).

ABBILDUNG 1: Wachstumskurve einer Bakterienkultur nach Rolle und Mayr (1978)



Die Elementarkörperchen, deren Durchmesser 200 bis 280 nm beträgt, sind sphärisch bis oval und besitzen eine dreischichtige äußere Zellmembran und eine dreischichtige innere Plasmamembran. Die äußere Zellwand läßt sich gramnegativ anfärben. Ein elektronendichtes Nukleoid liegt exzentrisch, in diffus granulierter Materie mit ribosomenartigen Strukturen.

Die Retikularkörper mit einem Durchmesser von 500 bis 1000 nm sind polymorph und auch mit einer dreischichtigen Membran ausgestattet. Sie enthalten ebenfalls ribosomenähnliche Granula, die netzförmig (= Retikular) angeordnet sind.

Die sog. kondensierte Form ist kleiner als die Retikularkörper und besitzt ein elektronendichtes, sphärisches Nukleoid und ein Netz aus fadenförmigen DNS-Strukturen (Storz und Krauss, 1985; Popov und Martinov, 1980).

1.3 Infektion und Infektionsverlauf

C. psittaci wurde bei 146 Vogelarten, zahlreichen Wild- und Haussäugetern, sowie einigen Arthropoden und Mollusken nachgewiesen und gehört damit zu den verbreitetsten Mikroorganismen. Ein Grund dafür liegt in ihrer stark ausgeprägten Tenazität von Wochen bis zu Monaten und Jahren. Dazu einige Beispiele nach Sprockhoff (1980):

TABELLE 1: Tenazität von *Chlamydia psittaci* nach Sprockhoff (1980)

Material	Umwelteinfluß	Lebensdauer =Infektiosität erhalten
getrocknete Ausscheidungen	+4 Grad C	bis 4 Tage
Organmaterial von infizierten Mäusen	+4 Grad C	bis 73 Tage
Organmaterial von infizierten Mäusen	-22 bis -40 Grad C	Wochen bis Monate
Organmaterial von infizierten Mäusen	Wasser	17 Tage
Organmaterial von infizierten Mäusen	Tauschnee	15 Tage
Organmaterial von infizierten Mäusen	-6 bis -10 Grad C Sonneneinwirkung	18 Tage
Organmaterial von infizierten Mäusen	-6 bis -10 Grad C ohne Sonneneinwirkung	29 Tage
	UV-Licht	3 min
	+56 Grad C	bis 5 min



Dies zeigt, daß Chlamydien v. a. bei niedrigen Temperaturen über lange Zeiträume ansteckungsfähig bleiben. Begleitsubstanzen wie Kot, Organmaterial usw., die die Erreger umhüllen, verlängern noch deren Lebensdauer.

Dagegen sind Chlamydien empfindlich gegen UV-Bestrahlung und Wärme, so daß direkte Sonneneinstrahlung ihre Infektionstüchtigkeit rasch verringert.

Ein weiterer Grund für die große Verbreitung der Chlamydien liegt darin, daß die Infektion meist latent vorliegt und das betroffene Tier erst bei endogen oder exogen prädisponierenden Faktoren klinisch manifest erkrankt. Da aber sowohl erkrankte als auch latent infizierte Individuen Ausscheider sein können, wird die Präsenz des Erregers oft nicht erkannt und damit auch nichts getan, um seine Ausbreitung einzuschränken (Pospisil et al., 1980).

Infektionsbegünstigend wirken Mängel im Stallklima, Staubansammlungen - besonders bei Trockenfütterung, Aerosolbildung, Überbelegung, An- und Austrocknungsmöglichkeiten für Kot- und Urinreste und Anstauungen von Exkrementen, Mangelernährung, zu hohe Leistungsanforderungen, Fehlen von separaten Geburts- bzw. Krankenständen, sowie alle immunsuppressiven Einflüsse. Auch Infektionen anderer Genese könne zu Wegbereitern für Chlamydien werden. Unter solchen Bedingungen nehmen latente Infektionen, Erregerausscheidung und klinische Erkrankungen zu und ermöglichen so dem Erreger ständige Anreicherung, stärkere Anpassung an das Rind und damit Virulenzsteigerung (Horsch, 1980 b).

Epizootiologische Untersuchungen bei Rindern und anderen Nutztieren zeigten, daß die jeweilige Species selbst das Hauptreservoir für ihre Chlamydieninfektionen bildet, aber daneben sind heterogene Infektionen in Betracht zu ziehen, wie zahlreiche Experimente belegen (Wehr et al., 1986). Neben infizierten Artgenossen kommen daher für Rinder als Infektionsquelle in Betracht: andere Haustiere (Schaf, Schwein, Hund, Katze), Wildtiere (besonders Nager), Vögel (Haus- und Wildvögel), Zecken, Flöhe, Fliegen (Weber, 1986; Sadowski et al., 1983; McKercher et al., 1980; Neuvonen und Pyörälä, 1981).

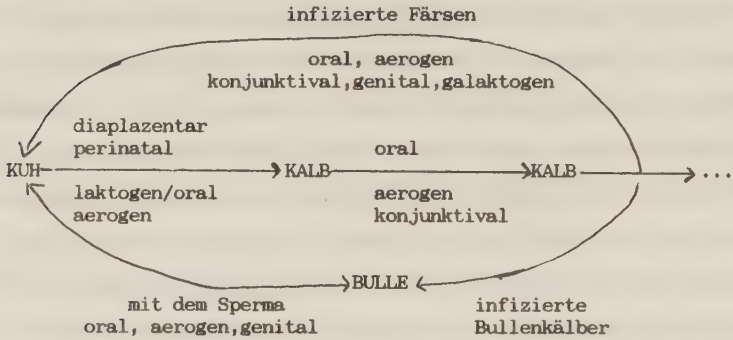
Chlamydien werden von infizierten Rindern v.a. mit Faeces, Vaginalsekret, Samen, Fruchtwasser und Nachgeburt sowie der Milch ausgeschieden. Große Bedeutung hat beim Wiederkäuer der oral-intestinale Infektionsweg (Witter et al., 1982). Über direkten Kontakt mit erregerehaltigen Ausscheidungen - evtl. auch indirekt über kontaminiertes Futter u.ä. (Schutte und Rienaar, 1977; Sadowski et al., 1983) - werden die Mikroorganismen aufgenommen und gelangen in die Mucosa von Labmagen, Dünn- und Dickdarm. Neben Epithelzellen werden dort auch mobile Makrophagen befallen, die möglicherweise als Transportmittel für die Chlamydien durch die Mucosa dienen. Über Blut- und Lymphweg erreichen die Erreger dann die primär affinen Organe. Bei Kälbern ist besonders die laktogene Infektion zu erwähnen, da Kühe auch nach Normalgeburten Chlamydien mit der Milch ausscheiden können (Storz und Spears, 1980; Storz und Krauss, 1985; Wehr et al., 1983).

Eine aerogene Infektion kann durch Einatmen von erregerehaltigem Staub (getrocknete Kotpartikel, ...) erfolgen. Fliegen spielen evtl. als Überträger eine Rolle und beschleunigen so die Ausbreitung der Infektion (Neuvonen und Pyörälä, 1981). Mangelhafte Zuchtthygiene ermöglicht eine venerische Infektion bzw. Übertragung durch infiziertes Sperma bei der künstlichen Besamung. Diaplazentar findet beim Schaf die Infektion statt, wenn eine Chlamydienanreicherung im graviden Uterus nicht zum Abort führt und das Lamm normal geboren wird (Stellmacher et al., 1980). Dieser Infektionsweg ist auch für das Rind anzunehmen.

Wahrscheinlich können Rinder auch über Zecken infiziert werden. McKercher et al. (1980) wiesen Chlamydien in freilebenden Zecken (*Ornithodoros coriaceus*) in den USA nach und erbrachten experimentell den Beweis einer Übertragung durch Zeckenbiß. Von besonderer Bedeutung ist, daß die Mikroorganismen in Zecken mindestens 6 Monate überleben können.

Horsch (1980 b) faßt dies zu folgenden Infektketten zusammen:

ABBILDUNG 2: Infektionsmodus und Infektketten bei der Chlamydieninfektion der Rinder nach Horsch (1980 b)



Den Infektionsablauf verdeutlicht folgendes Schema (Horsch, 1980 b):

ABBILDUNG 3: Schema des zyklischen Infektionsablaufs bei Chlamydieninfektionen der Wiederkäuer nach Horsch (1980 b)

Pathogenetisches Stadium	Bemerkungen
Infizierung	oral, aerogen, genital, konjunktival, galaktogen
Vermehrung und lokale Ausbreitung in der Infektionspforte (primäre Latenz)	Epithelzellen der Gastrointestinalmucosa, des Respirations-Urogenitaltraktes, des Euters und der Konjunktiven, Eindringen in benachbarte tiefere Gewebsschichten, lokale klinische Erscheinungen nach zytoziden Wirkungen
Einbruch in die Blut- bzw. Lymphbahnen	Vermehrung in den Gefäßendothelien und in den regionalen Lymphknoten; zytozide Wirkung oder erfolgreiche Abwehr in den lymphoiden Geweben
Vermehrung in den primär affinen Organen	Leber, Milz, Knochenmark, Lunge, Genitalorgane, lokale und allgemeine klinische Erscheinungen; Erregerausscheidung
Chlamydämie	Intoxikation
Generalisation	sekundärer haematogener Befall der verschiedensten Organe und Gewebe je nach endo- bzw. exogener Prädisposition, z.B. Feten, Gelenke, Lungen, Euter, ZNS; Erregerausscheidung; schwere Allgemeinerkrankung durch Intoxikation mit bevorzugten Organmanifestationen
Genesung, Keimträgertum, Tod (sekundäre Latenz)	Ausgang ist abhängig vom Erregertyp, von der Infektionsdosis und der Abwehrlage des Organismus
Erneute Bakteriämie und Organphasen	Superinfektion

1.4. Antigene und Immunität

Alle Chlamydien besitzen ein hitzestabiles, wasserlösliches Gruppenantigen, das aus einem Lipoprotein-Kohlehydrat-Komplex besteht und Komplement bindet. Dieses Antigen ist an die Wand der Chlamydien gebunden und bleibt während des ganzen Entwicklungszyklus erhalten. Herausgelöst aus seiner Lokalisation wird es zum Chlamydien-Antikörpernachweis bei verschiedenen serologischen Methoden verwendet, da - soweit bekannt - Antikörper gegen gruppenspezifisches Chlamydienantigen nur durch Chlamydien selbst gebildet werden (Weber, 1986).

Weiterhin tragen alle Mitglieder einer bestimmten Chlamydien-Species ein speciesspezifisches, hitzelabiles Antigen mit Proteinstruktur.

Darüber hinaus weisen sowohl *C. psittaci* als auch *C. trachomatis* zahlreiche Serotypen auf (siehe auch II.1.1). Deren typspezifische Antigene bestehen aus Protein und sind wahrscheinlich an der äußeren Membran lokalisiert. Gegen sie gebildete Antikörper - d. h. vor allem neutralisierende Antikörper - reagieren nur mit homologen oder eng verwandten Chlamydienstämmen.

Bestandteil der Hülle der Elementarkörperchen - nicht jedoch der Retikularkörper - ist auch ein lösliches Hämagglutinin. Es agglutiniert Erythrozyten von Mäusen, Hamstern und bestimmten Kühen.

Viele Chlamydienstämme bilden ein hitzelabiles Toxin, das eng an die Elementarkörperchen gebunden ist, während Retikularkörper keine Toxinaktivität zeigen (Storz und Krauss, 1985; Stellmacher et al., 1983).

Die Abwehrmechanismen eines infizierten Tieres richten sich sowohl gegen die extrazelluläre als auch gegen die intrazelluläre Form des Erregers. Gegen die extrazelluläre werden spezifische und unspezifische, zelluläre

und humorale Abwehrvorgänge eingesetzt. Die Antigene der Chlamydien, die denen der gramnegativen Bakterien ähneln, stimulieren vermutlich die Teilung von T- und B-Lymphozyten. Gegen Endotoxin und Hämagglutinin werden Antikörper der Klassen Ig M und Ig G gebildet. Der Erreger kann in Makrophagen, die ihn aufnehmen, persistieren, so daß ein dauernder Reiz für die T-Lymphozyten besteht, die so ständig Lymphokine produzieren. Solche Lymphokine bewirken chemotaktische Reaktionen, Migrationshemmung von Leukozyten und Makrophagen und zytotoxische Reaktionen, bei denen Komplement und Immunglobuline einbezogen werden, so daß sich typische Granulome bilden können.

Die Immunglobuline bilden mit den Elementarkörperchen Immunkomplexe. Diese können bei fortbestehender Infektion - mit ständigem Antigenüberschuß - zur Ausbildung eines lokalen oder generalisierten Artusphänomens führen. Da Granulozyten nach Aufnahme dieser Immunkomplexe rasch untergehen, kommt es dann zu leukozytär-nekrotisierenden Entzündungen z.B. in Gelenkwänden, Glomerula und Arteriolen.

Gegen die intrazellulären Formen der Chlamydien können sich die Wirtszellen nur durch Produktion von Interferon schützen. Dieses löst unter anderem enzymatische Reaktionen aus, die die Übertragung der genetischen Information auf die Ribosomensysteme der Zelle hemmen und frühe Eiweißpolymerasen für Nukleinsäure- und Proteinsynthese blockieren (Horsch, 1980 b; Storz und Krauss, 1985).

Für die Wiederkäuer gilt, daß sich die zelluläre Immunantwort länger nachweisen läßt - z. B. im Hauttest - als die humorale (Wilsmore et al., 1984). Da vor allem die Infektion über die Schleimhäute eine große Rolle spielt, sind sekretorische Antikörper und zellvermittelte Immunität von größerer Bedeutung als zirkulierende Antikörper (Krüger und Wehr, 1980). Es ist daher anzunehmen, daß sich Chlamydien besonders gut in Tieren

vermehrten, die keine effektive zelluläre Abwehr gegen sie entwickeln. So zeigten Wilsmore et al. (1984) in Experimenten mit trächtigen Schafen, daß Tiere, die im Hauttest schwach oder negativ reagieren, am ehesten abortieren. Es überwiegen also zelluläre Abwehrvorgänge, die nach Horsch (1980 b) und McKercher et al. (1976) eine sog. Infektionsimmunität bewirken, d. h. das ständige Vorhandensein des Erregers ist nötig, um die Immunität aufrecht zu erhalten. Dem widersprechen allerdings Rodolakis et al. (1980) auf Grund von Experimenten mit Mutterschafen. Nach ihren Ergebnissen ist auch eine gewisse "sterile" Immunität möglich.

Eine Aussage über die Stärke der Immunität erlaubt der Lymphozyten-Transformationstest (Wert, 1986). Dagegen besteht keine Korrelation zwischen der Höhe des Titers an komplementbindenden Antikörpern und der Stärke der Schutzwirkung oder den klinischen Erscheinungen (Storz und Krauss, 1985; Rodolakis et al., 1981; Wilsmore et al., 1984). Eine gewisse Beziehung soll jedoch zwischen Immunitätsgrad und Höhe der neutralisierenden Antikörper bestehen (Wachendörfer et al., 1980). Während die zelluläre Immunität und neutralisierende Antikörper über Jahre bestehen bleiben, lassen sich komplementbindende Antikörper nur einige Monate nachweisen (Wachendörfer et al., 1980). Auch scheinen nicht alle infizierten Individuen komplementbindende Antikörper gegen Chlamydien zu bilden (Neuvonen und Pyörälä, 1981).

Beim Rind differiert die Antikörperbildung in Abhängigkeit von der Altersstufe. Der Rinderfetus antwortet mit Bildung von Antikörpern, die bei Immunodiffusion reagieren, nicht in der KBR. Beim Fetus im letzten Trimester der Trächtigkeit steigt die Produktion von Ig M und Ig G. Das neugeborene Kalb erhält Antikörper von seiner Mutter über das Kolostrum, die jedoch im Allgemeinen 14 Tage post partum nicht mehr nachweisbar sind. Die eigene Antikörperbildung der Kälber unter 6 Wochen verläuft nach experimenteller Chlamydieninfektion sehr langsam, ein Nachweis gelingt erst

nach 47 bis 60 Tagen, die Titer bleiben niedrig (Wehr und Ilchmann, 1980; Varju und Aldasy, 1981; Wehr et al., 1985). Bei Jungrindern werden nach Wehr et al. (1985) häufiger Titer im positiven Beurteilungsbereich gefunden als bei adulten Rindern, während Neuvonen und Pyörälä (1981) gleiche Prozentsätze von Reagenten in beiden Altersgruppen nachwiesen.

Den Titerverlauf komplementbindender Antikörper beim bovinen Abort ermittelten Storz und Krauss (1985) auf Grund experimenteller Infektionen wie folgt: Nach der Inokulation steigt der Antikörpertiter an - die ersten Antikörper sind 5 bis 6 Tage nach der Inokulation nachweisbar mit dem Maximum 4 Wochen nach der Inokulation. Dann fällt der Titer vor dem Abort wieder auf ein niedrigeres Niveau. Dem folgt ein zweiter Titeranstieg mit Maximum ca. 3 Wochen nach Abort bzw. Geburt, danach allmählicher Titerabfall. Hohe Titer wurden auch in der Milch bis ein Monat nach dem Abort festgestellt (Storz und Krauss, 1985; Neuvonen und Pyörälä, 1981).

Einen ähnlichen Verlauf zeigten Rodolakis und Souriau (1980) auch bei Schafen: 1. Maximum 3 Wochen nach der Inokulation mit Chlamydien, 2. Maximum nach dem Abort, 10 bis 13 Wochen nach der Inokulation.

Zur Abwehr einer Chlamydieninfektion muß das Immunsystem einwandfrei funktionieren. Gerbermann und Pauels (1982) bewiesen im Mäuseversuch, daß ein klinisch gesunder, aber in seiner Immunität geschwächter Körper oft zu Persistenz und Dauerausscheidung des Erregers führt.

Schafe, und mit Sicherheit auch Rinder, die schon früher Chlamydien ausgesetzt waren, beseitigen bei erneuter Infektion diese schnell aus ihrem Blut, egal ob sie trächtig sind oder nicht. Es tritt keine oder nur eine kurze sekundäre Chlamydämie auf. Dies wird bewirkt durch ein Zusammenspiel von humoralen Antikörpern, Komplementaktivierung, Opsonisation, Makrophagen und anderer zellulärer Abwehr (Storz und Krauss, 1985) Die Schafherde hat

dabei gegenüber der Rinderherde den Vorteil, daß sie sich weitgehend aus sich selbst reproduziert, so daß die Durchseuchungsimmunität größere Wirksamkeit hat (Horsch, 1980 b).

1.5. Verbreitung und Manifestationen bei Säugetieren

Neben zahlreichen Vogelarten, Reptilien, Mollusken und Arthropoden sind viele Säuger als potentielle Chlamydienträger anzusehen. Bei den Haus- und landwirtschaftlichen Nutztieren sind u.a. die Wiederkäuer von Bedeutung, aber auch Schwein, Pferd, Hund und Katze können sich mit dem Erreger infizieren. Labortiere sind häufig Wirte von Chlamydien, z. B. Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen, ebenso wildlebende Tiere wie Schalenwild, aber auch kleine Nager (Wert, 1986). Beispiele für die Verbreitung von Chlamydien bei diesen Species sind in folgender Tabelle aufgeführt:

TABELLE 2: Verbreitung von *Chlamydia psittaci* bei Säugern

Species	Land	Nachweis	Positive Tiere	Untersuchte Tiere	Positive in %	Autor
Hund	D	KBR	77	1007	7,6	Weber et al. 1977
Hund	D	Elisa	229	1127	20,3	Wert 1986
Katze	D	Elisa	14	108	13,0	Wert 1986
Schaf	Somalia	KBR	32	350	9,1	Farina et al. 1986
Ziege	Somalia	KBR	40	350	11,4	Farina et al. 1986
Zebu	Somalia	KBR	55	560	9,8	Farina et al. 1986
Rehwild	D	KBR	8	134	5,9	Weber 1986
Rotwild	D	KBR	8	78	10,3	Weber 1986
Damwild	D	KBR	4	31	12,9	Weber 1986
Muffelwild	D	KBR	3	17	17,6	Weber 1986
Schwarzwild	D	KBR	4	69	5,8	Weber 1986

TABELLE 3: Verbreitung von Chlamydia psittaci bei Rindern

Bestand	Land	Nachweis	Positive Tiere	Untersuchte Tiere	Positive in %	Autor
Rinder	österr.	KBR	26	160	16	Sixl et al. 1973
Bestände mit akutem Abortge- schehen	Bulgarien	KBR	396	2083	19	Martinov 1984
Großbetriebe	Ungarn	KBR	355	1014	35	Varju und Aldasy 1981
Hauswirt- schaften	Ungarn	KBR			31	Varju und Aldasy 1981
Abortbetriebe	Ungarn	KBR	34	105	32	Varju und Aldasy 1981
Abortblut- proben	DDR	KBR	171	1923	8,9	Wehner und Wehr 1980
4 Versuchs- betriebe	DDR	KBR	154	1695	9,1	Wehner und Wehr 1980
Rinder	DDR	KBR			34,8	Wehner und Wehr 1980
Büffel und Kühe mit Abort	UDSSR	KBR	192	844	22,8	Abilgasanov 1982
Normalgeburt	UDSSR	KBR	155	3879	4,0	
Milchvieh	Finnland	KBR	93 Proben	344 Proben (53 Tiere)	27	Neuvonen und Pyörälä 1981
Rinder	Finnland	KBR	68	168	40,5	Neuvonen 1976
Rinder	Dänemark	KBR		26 Herden	0-45	Ronsholt und Basse 1977
Rinder	Indien	KBR	51	370	14,4	Sharma und Baxi 1983
Rinder	Indien				53,0	Dhingra et al. 1980
Rinder	Tanzania	KBR	352	691	50,9	Neuvonen et al. 1980
Rinder	Philipp.	KBR	3	32	9,4	Novilla und Brana 1972

Die wesentlichen Manifestationen von Chlamydieninfektionen der wichtigsten betroffenen Säugerarten fassen Storz und Krauss (1985) in folgender Tabelle zusammen:

TABELLE 4: Manifestationen von Chlamydien-Infektionen bei Säugern nach Storz und Krauss (1985)

Manifestation	Rind	Schaf	Ziege	Schwein	Hund	Katze
Pneumonie	x	x	x	x	x	x
Konjunktivitis	x	x		x	x	x
Genitalinf.	x	x		x		
Abort	x	x	x	x		
Mastitis	x	x				
Enteritis	x	x	x	x	x	
Meningoencephalitis	x	x			x	
Nephritis	x					
Pericarditis	x			x		
Peritonitis	x			x		x
Polyarthritits	x	x			x	
Hepatitis				x	x	

Beim Rind spielen im Besonderen folgende Erkrankungen eine Rolle:

- Enteritis/Diarrhoe
- Pneumonie
- Mastitis
- Arthritis und Periarthritis
- Sporadische bovine Encephalomyelitis
- Infektiöse Keratokonjunktivitis
- Genitalinfektionen bei männlichen und weiblichen Tieren
- Abort

Enteritis tritt vor allem bei neugeborenen Kälbern auf. Diese zeigen wässrigen bis schleimigen Durchfall, Fieber, oft auch Nasenausfluß. Sowohl Serotyp I als auch Typ II können verantwortlich sein (Storz und Krauss, 1985).

Auch Pneumonien betreffen besonders Kälber. Man spricht oft von

enzootischer Pneumonie der Kälber. Sie spielt hauptsächlich in Nordamerika und der DDR eine Rolle (Storz und Krauss, 1985). Kennzeichen sind seröser bis mucopurulenter Nasenausfluß, Fieber, Apathie, trockener Husten und Dyspnoe. Die Mortalität liegt bei 10 %.

Daß Chlamydien bei Milchkühen auch als Mastitiserreger in Frage kommen, ist erst seit 1969 bekannt (Wehnert et al., 1980). Bei den betroffenen Kühen, die in schweren Fällen erhöhte Temperatur und Anorexie zeigen, sinkt die Milchleistung stark ab, das Sekret wird gelblich mit Fibrinflocken. Die betroffenen Viertel sind heiß und geschwollen.

Polyarthrititis ist vor allem eine Erkrankung einiger Wochen alter Kälber. Die Arthritiden treten oft nach Vorschädigung wie Aufliegeschäden auf. Häufig begleiten Durchfall und Konjunktivitis die Gelenkerkrankungen. Die meist fiebrigen Tiere bewegen sich ungern, stehen mit aufgekrümmtem Rücken, die betroffenen Gelenke sind schmerzhaft. Meist sind die Karpalgelenke erkrankt. Mischinfektionen mit Eitererregern sind möglich, die u. U. zu purulenter Panarthrititis und Abszedierung führen (Wehr et al., 1983). Jüngere Kälber sterben nach 1 bis 2 Wochen. In den USA wurde bei Kühen das Auftreten einer Lahmheit hinten mit Anorexie, Schwellung der Strecksehnen ohne Temperaturerhöhung und Schmerz kurz nach dem Kalben beschrieben. Chlamydien konnten nicht nachgewiesen werden, jedoch senkte eine Impfung gegen dieselben die Erkrankungsrate ganz erheblich (Jones, 1981).

Encephalomyelitis wird von Serotyp II ausgelöst, und spielt besonders in den USA eine Rolle. Über Anorexie, hohes Fieber und Koordinationsstörungen kommt es zu Paralysen und evtl. Opisthotonus. Überwiegend erkranken Tiere unter 2 Jahren. Während die Morbidität gering bleibt, ist die Mortalität mit 50 bis 60 % beachtlich. Pathologisch-anatomisch bietet sich das Bild einer nichteitrigen Encephalomyelitis (Kiupele und Wehr, 1980; Storz und Krauss, 1985).

Keratokonjunktivitis durch Chlamydien, die bei Rindern aller Altersklassen vorkommt, wurde in der CSSR, DDR und Südafrika beschrieben (Storz und Krauss, 1985). Oft begleitet sie andere Erkrankungen durch Chlamydien wie Polyarthrititis und Encephalomyelitis und führt hier, wenn Retina und Sehnerv mitbetroffen sind, zur Blindheit.

Genitalinfektionen treten bei männlichen und weiblichen Tieren auf. Bei Bullen zeigt sich Samenblasenentzündung und granulomatöse Hodenentzündung, mit harten, aber schmerzlosen Hoden, deren Temperatur leicht erhöht ist. Ihr Samen ist von schlechter Qualität mit vielen Leukozyten, aber geringer Spermienkonzentration. Die Spermien zeigen wenig Beweglichkeit und sind häufig deformiert. Der Samen läßt sich schlecht einfrieren (Sadowski et al., 1983). Die Chlamydien werden zeitenweise auch mit dem Samen ausgeschieden. Erreger ist der Chlamydien-Abortstamm.

Viele Kühe, die von infizierten Bullen gedeckt werden, neigen zu wiederholtem Umrindern, erhöhter Verkalbungsrate, schlechten Konzeptions- bzw. Besamungsergebnissen, verlängerten Zwischenkalbezeiten, verminderten oder fehlenden Brunstsymptomen, unregelmäßigen Brunstintervallen bis zur Unfruchtbarkeit (Lohrbach und Frost, 1983). Endometritiden sind möglich.

Chlamydienbedingte Aborte wurden auf der ganzen Welt beschrieben, so in USA, BRD, DDR, Frankreich, Jugoslawien, Israel, Österreich, Holland, Südafrika, Polen, Spanien, UdSSR und anderen Ländern (Storz und Krauss, 1985). Empfänglich sind trächtige Kühe jeden Alters. Abort tritt ab dem 5. Monat der Trächtigkeit auf, meist im letzten Trimester. Erfolgt kein Abort, können tote oder lebensschwache Kälber geboren werden. Die Anzahl der Nachgeburtsverhaltungen ist erhöht. Meist treten Aborte sporadisch auf, jedoch kann die Rate bei akuter Durchseuchung einer Herde auf 20 % ansteigen. Die Aborte verteilen sich über das ganze Jahr. Verringerte

Milchproduktion und Sterilitätsprobleme können sich anschließen. Die Infektion kann auf allen unter II.1.3 genannten Wegen erfolgen. Die Plazentarschranke wird während einer Chlamydämie durchbrochen. Danach verläuft die Infektion der Plazenta unabhängig von der des restlichen Organismus. Auch wenn es dem Körper gelingt, den Erreger zu eliminieren, kann die Ausbreitung in Plazenta und Fetus fortschreiten. Ursachen für den Abort kann zum einen Plazentitis sein - diese ist aber oft lokal begrenzt - oder die Chlamydien vermehren sich in den fetalen Organen, führen dort zu Läsionen und zum Tod des Fetus mit anschließendem Abort. Vorzeitige Geburt lebensschwacher Kälber zeigt aber, daß nicht nur der Tod des Fetus für die vorzeitige Austreibung verantwortlich sein kann. Die infizierte Plazenta weist Läsionen, Nekroseherde und Ödeme auf, ist aber oft zum Teil noch unverändert. Abortierte Feten unter 6 Monaten zeigen Petechien, subcutanes Ödem, vermehrt klare, rötliche Flüssigkeit in Brust- und Bauchhöhle, Feten, die im letzten Trimester der Trächtigkeit abortiert werden, Petechien in Thymus, serösen Membranen und Subcutis, Ascites und evtl. geschwollene Lymphknoten. Typisch sind granulomatöse Entzündungen von einigen oder allen Körperorganen, die jedoch stark differieren können (Storz und Krauss, 1985).

2. Humanpathogenität

Neben Infektionen mit *Chlamydia trachomatis*, bei denen der Mensch der ausschließliche Wirt für den Erreger ist, kommen beim Menschen auch Infektionen mit *Chlamydia psittaci* tierischen Ursprungs vor. Allein in der Bundesrepublik Deutschland beläuft sich die Zahl der gemeldeten Fälle auf bis zu mehrere 100 jährlich (siehe Tabelle 5 nach Weber, 1986).

TABELLE 5: Gemeldete Erkrankungen von Ornithose beim Menschen in der Bundesrepublik Deutschland von 1966 bis 1980 nach Weber (1986)

Jahr	Gem.Erkr.	Jahr	Gem.Erkr.	Jahr	Gem.Erkr.
1966	259	1971	240	1976	173
1967	216	1972	341	1977	158
1968	257	1973	255	1978	158
1969	244	1974	269	1979	141
1970	238	1975	172	1980	188

Dabei ist zu berücksichtigen, daß Chlamydiosen öfter nicht als solche erkannt werden und daher die Zahl der tatsächlichen Erkrankungen noch weitaus höher liegen dürfte. Oft sind Vögel die Überträger und man spricht dann von der Psittakose bzw. Ornithose des Menschen, der sogenannten Papageienkrankheit. In den letzten Jahren wurden jedoch auch Erkrankungen durch *Chlamydia psittaci* bekannt, die von Säugetieren stammten. Eine Übersicht gibt Tabelle 6.

TABELLE 6: Krankheitsfälle beim Menschen durch Säugetierchlamydien nach Wachendörfer und Lohrbach (1980)

Infektions- quelle	Leitsymp- tome	betroffene Menschen/Land	Leitsymp- tome	Autor
Schaf		Ärztin/GB	grippeähnl. Ersch.	Barwell 1955
		Frau 22 J./ GB	grippeähnl. Ersch. Abort	Roberts et al. 1967
	Abort	Mann/USA	Konjunktivitis	Storz 1971
	Abort	Kind/F	Konjunktivitis	Giroud 1954
Rind	Pneumonie	Pfleger/CSSR	grippeähnl. Ersch.	Pospisil et al. 1980
	Keratokon- junktivitis	Mann 51 J./ BUL	Keratokon- junktivitis	Martinov et al. 1978
	Pneumonie	4 Tierärzte/ UDSSR	grippeähnl. Ersch.	Terskirch et al. 1980
	Orchitis	5 "Veteri- närarbeiter"/ CSSR	Pneumonie grippeähnl. Ersch. Orchitis	Jindrichova 1980
Schwein	Pneumonie	Pfleger/CSSR	Pneumonie	Pospisil et al. 1980
Rind, Schaf, Schwein	Aborte	Tierärzte u. a./CSSR	Pneumonie	Pospisil et al. 1980
	Aborte Pneumonie	Mann 28 J./ BUL	Pneumonie	Martinov 1978
Katze	Konjunktivitis Keratitis	Frau/GB	Konjunktivitis	Shewen et al. 1978
	Konjunktivitis	Mann 21 J./ USA	Keratokon- junktivitis	Schachter et al. 1964

Hier wird das Rind am häufigsten als Ansteckungsquelle genannt, was zeigt, daß seine Rolle im epidemiologischen Geschehen der Chlamydiosen weithin unterschätzt wird. Da, wenn man von Katzen absieht, vor allem Nutztiere als Überträger in Frage kommen, sind besonders Personen betroffen, die in der

Landwirtschaft tätig sind, aber auch Labor- und Schlachthofpersonal ist gefährdet. Die Art der Keimübertragung ist nicht eindeutig nachgewiesen, am wahrscheinlichsten ist die Übertragung durch direkten Kontakt oder aerogen, besonders bei mangelnder Hygiene. Auf eine Chlamydieninfektion von Menschen durch den Genuß von Fleisch erkrankter Tiere fehlt bis jetzt jeder Hinweis. Als Überträger wurden nur klinisch manifest erkrankte Tiere nachgewiesen, während die epidemiologische Bedeutung latent infizierter Individuen - Mensch oder Tier - noch weitgehend unerforscht ist.

Das Krankheitsbild des Menschen ähnelt dem der Tiere. Grippeähnliche Erscheinungen und sogenannte atypische Pneumonien herrschen vor. Auch Augen-, Genitalinfektionen und Abort wurden beschrieben. Bei schwerem Verlauf und längerem Bestehen der Krankheit können Komplikationen wie Endokarditis oder Glomerulonephritis (siehe auch II.1.4) hinzukommen (Wert, 1986).

Der Antikörpernachweis erfolgt meist serologisch, mittels Komplementbindungsreaktion (KBR). Allerdings bleiben signifikante Titeranstiege die Ausnahme, so daß für die Diagnose auch epidemiologische Fakten und im günstigsten Fall der Erregernachweis herangezogen werden müssen (Wachendörfer und Lohrbach, 1980).

Die Behandlung des Menschen erfolgt wie beim Tier mit Antibiotika. Die Aussichten sind bei rechtzeitiger Behandlung im Allgemeinen günstig. Im Gegensatz zu früher sind Todesfälle heute selten (Weber, 1986).

Wie weit Infektionen mit *Chlamydia psittaci* bei Personen, die mit landwirtschaftlichen Nutztieren arbeiten, verbreitet sind, zeigen großangelegte Untersuchungen aus Ostblockstaaten. So reagierten von 213 Landarbeitern einer Milchvieh- und Lämmermastanlage in der DDR 29 (= 13,6 %) serologisch positiv, ohne daß allerdings vorher Krankheitsfälle gemeldet wurden (Wolff

und Wolff, 1980). In der CSSR wurden bei 10 % der Tierpfleger, die in Rinderbeständen arbeiten, positive KBR-Titer ermittelt (Jindrichova, 1980). Die genannten Personengruppen haben praktisch ausschließlich mit Rindern bzw. Schafen zu tun, so daß diese auch als der Ursprung der Infektionen anzusehen sind. Die große Zahl der serologischen Reagenten gegenüber der relativ geringen Anzahl Erkrankungen zeigt, daß *Chlamydia psittaci* auch für den Menschen nur als fakultativ pathogen anzusehen ist.

3. Erregernachweis

3.1 Direkter Nachweis

Ein direkter Nachweis von *Chlamydia psittaci* ist möglich durch Mikroskopie, histologische Methoden oder, falls zu wenige Erreger vorhanden sind, durch Anzüchtung.

Zum mikroskopischen Nachweis wird ein Abklatschpräparat (z. B. bei Konjunktiva, Plazenta u.s.w.), zum histologischen ein Schnittpräparat vom betroffenen Gewebe angefertigt. Nach Fixierung auf einem Objekträger wird das Präparat gefärbt. Am geeignetsten hat sich die Giemsa-Färbung erwiesen. Dabei erscheinen reife Einschlusskörperchen, die meist nahe beim Zellkern liegen, dunkelviolett, Elementarkörperchen - allein oder in Gruppen - rotviolett und Initialkörperchen blau. Wird statt normaler Färbung die Immunfluoreszenztechnik oder die Immunoperoxidasetechnik angewendet, ist eine bessere Spezifizierung möglich. In der Routinediagnostik wird häufig die Färbung nach Stamp benutzt.

Zur Anzüchtung von Chlamydien eignen sich nur lebende Zellen, da der Erreger von deren Stoffwechsel abhängig ist. Verwendet werden Maus, Goldhamster, Meerschweinchen, embryoniertes Hühnerei (Dottersack, Allantois, Amnionhöhle, Chorioallantoismembran) und Zellkulturen (embryonales Gewebe von Vögeln, wie Fibroblasten, Chorioallantoismembran- und Dottersackexplantate, oder von Mäusen). Vor allem bei den kleinen Nagern ist zu beachten, daß sie u. U. auf Grund vorangegangener Infektionen bereits Träger von Chlamydien-Antikörpern sind, die die Anzüchtung stark beeinträchtigen. Die Versuchstiere müssen daher zuvor serologisch auf Antikörper untersucht werden (Rolle und Mayr, 1978; Storz und Krauss, 1985).

3.2 Indirekter Nachweis

Der indirekte Nachweis erfolgt serologisch als Nachweis von Serumantikörpern. Am weitesten verbreitet ist die Komplementbindungsreaktion (KBR). Sie erfäßt sowohl Ig G als auch Ig M, nicht jedoch inkomplette Antikörper, die im Anfangsstadium einer Infektion einen erheblichen Anteil der spezifischen Immunglobuline ausmachen können (Krauss et al., 1980). Die KBR ist folglich zur Frühdiagnose ungeeignet. Eine akute Infektion gilt als nachgewiesen, wenn der Titer der komplementbindenden Antikörper innerhalb kurzer Zeit auf das 4-fache ansteigt (Storz und Krauss, 1985; Terskich et al., 1980).

Ein weiterer, heute immer beliebter Test ist ELISA. Er funktioniert schneller und empfindlicher als die KBR - auch inkomplette Antikörper werden erfäßt - und läßt sich über Automaten ablesen, was eine höhere Objektivität garantiert. Allerdings ist der Aufwand gegenüber der KBR wesentlich höher, da für jede Tierspecies eigene Antigammaglobulin-konjugate benötigt werden (Storz und Krauss, 1985; Terskich et al., 1980).

Der indirekte Mikroimmunofluoreszenztest ist die Standardmethode zum Nachweis von Antikörpern gegen *Chlamydia trachomatis*, wurde jedoch noch nicht für *Chlamydia psittaci* ausgearbeitet.

Der Neutralisationstest wird nur selten herangezogen, da das neutralisierende Antiserum schwer herzustellen ist.

Ein modernes Verfahren, der Radioimmuntest, ist außerordentlich empfindlich, da aber Radionuklide zur Anwendung kommen, bleibt er auf Speziallabors beschränkt.

Am lebenden Tier reagiert der Haut- oder Intrakutantest besonders frühzeitig nach der Infektion positiv. Das Antigen wird dem betreffenden Tier intradermal injiziert; nach 72 Stunden mißt man die Veränderung der Hautdicke. Eine Verdickung um mehr als 2 mm gilt als positiv (Rolle und Mayr, 1978; Storz und Krauss, 1985; Wilsmore et al., 1984)

Im Rahmen der Psittakosebekämpfung ist der Erregernachweis durch Tierversuch mit 3 Passagen des verdächtigen Materials in der weißen Maus amtlich vorgeschrieben. Ein Ergebnis liegt hier spätestens nach 24 Tagen vor (Brüning, 1982).

4. Bekämpfung

4.1 Impfung

Erfahrungen mit Impfungen gegen Chlamydien liegen bisher nur beim Chlamydienabort und da vor allem beim Schaf vor, da dort diese Infektion als seuchenhaftes Geschehen eine weitaus bedeutendere Rolle spielt als beim Rind. Eingesetzt werden überwiegend inaktivierte Vakzinen aus erregerehaltigen Dottersackmembranen embryonierter Hühner. Als herdenspezifische Impfstoffe werden auch fetale Organe und Plazenten verwendet. Die Inaktivierung erfolgt mit Formalin. Durch Zugabe von Aluminiumhydroxid oder Saponin wird die Schutzwirkung verstärkt. Genausogut wirken Silbernitratvakzinen. Besonders bewährt haben sich formalininaktivierte Impfstoffe mit Öl als Adjuvans. Die Impfung ist unschädlich, es kommt bei Schaf und Rind weder zu Milcheinbußen noch zur Störung des Allgemeinbefindens (Lohrbach und Frost, 1983). Allerdings können sich an der Injektionsstelle sterile Abszesse bilden.

Lebendvakzinen auf der Basis eiadaptierter Chlamydienstämme wurden bisher nur selten eingesetzt. Sie brachten in verseuchten Herden gute Erfolge, da sie stärker immunisieren als Präzipitativakzinen. In der Literatur (Wachendörfer et al., 1980) gibt es allerdings Berichte von Herden, in denen auch der Lebendimpfstoff nicht den erwarteten Erfolg brachte. Dafür dürfte ein unzureichender Chlamydiengehalt einzelner Impfstoffchargen verantwortlich sein. Die erforderliche Erregermindstdosis je Schaf liegt bei $2,0 \cdot 10^8$ ID₅₀ für den Hühnerembryo. Der Impfstoff muß kühl aufbewahrt werden, doch selbst bei + 4 Grad C kann der Gehalt an lebenden Chlamydien in einer Woche um 50 % und mehr abnehmen. D.h. die Vakzine muß möglichst bald nach der Herstellung appliziert werden. Ein weiteres Problem ist die Verhinderung bakterieller Verunreinigung, da Chlamydien ja selbst antibiotikaempfindlich sind. Bestimmte Antibiotika sind zwar einsetzbar,

bleiben aber nie unproblematisch. Auf Grund dieser Tatsachen ist die Handhabung der Lebendvakzine wesentlich aufwendiger als die des Totimpfstoffes, so daß meist trotz schlechterer Wirksamkeit dem Totimpfstoff der Vorzug gegeben wird.

Die Wirksamkeit der Totvakzine ist nur begrenzt. Da ein Abortstamm zur Herstellung der Vakzine verwendet wird, entfaltet sie ihre Schutzwirkung nur gegen Erkrankungen durch diesen Stamm, nicht aber gegen andere Chlamydiosen (Lohrbach und Frost, 1983). Wie aber in entsprechenden Studien gezeigt wurde, wird auch gegen den Chlamydienabort zwar ein deutlicher, aber doch kein voll belastungsfähiger Schutz erzielt (Wachendörfer et al., 1980). So trat bei etlichen der immunisierten Tiere eine Infektion der Plazenta auf, obgleich eine deutliche humorale Immunantwort in der KBR (Titer beim Rind bis 1:160) nachweisbar war. Dies erklärt sich dadurch, daß die komplementbindenden Antikörper nichts über die durch die Impfung erzielte Immunität aussagen (siehe auch II.1.4). Als mögliche Ursachen für das Fehlschlagen der Vakzination kommen in Frage: schlechtes Management, unzureichende Hygiene, antigenetische Variationen des Impfstammes, schlechte Durchführung der Vakzination, interkurrierende Infektions- und Invasionskrankheiten wie Toxoplasmose (Rodolakis et al., 1981). Doch selbst bei optimalem Ablauf des Impfgeschehens ist die dadurch erzielte Immunität nicht gleich der nach einer natürlichen Infektion. Die Impfung reduziert zwar die Abortfälle, oft jedoch verhindert sie nicht die Infektion selbst oder die Erregerausscheidung, wie es bei natürlich erworbener Infektion der Fall ist (Rodolakis und Souriau, 1980). Die Schutzwirkung der Impfung hält im Durchschnitt gut 2 Jahre an, dann läßt sie langsam nach.

Es läßt sich also folgern, daß die Impfung gegen Chlamydien im Allgemeinen nur eine relativ schwache und zeitlich begrenzte Immunität bewirkt. Die gilt nicht nur für das Schaf, sondern ebenso für andere Species. Auch beim Rind induziert die Zufuhr von Chlamydienantigenen nur eine relative und damit

labile Immunität. Eine Impfung ist also meist wohl in der Lage, das Abortgeschehen zu reduzieren und eine Erregerverdünnung herbeizuführen, nicht jedoch subklinische Infektionen und Erregerausscheidung zu verhindern. Hört man auf zu impfen, ist die Immunantwort gestört oder die Wirkung einer Impfstoffcharge verringert, können jederzeit wieder Aborte auftreten (Stellmacher et al., 1980, Rodolakis et al., 1981). Im Ganzen gesehen ist es jedoch so, daß der Nutzeffekt der Impfung auf jeden Fall so groß ist, daß sich ihre prophylaktische Durchführung - auch wirtschaftlich gesehen - beim Schaf lohnt, da hier der Chlamydienabort so wichtig und eine Chemotherapie nicht rentabel ist. Anders beim Rind, wo dieser Abort eher die Ausnahme bleibt. Hier empfiehlt sich eine Notimpfung unmittelbar nach Feststellung des Erregers, um die Tiere zu schützen, die noch nicht infiziert sind bzw. sich noch in der Anfangsphase der Infektion befinden. Allerdings muß vermehrt mit Impfdurchbrüchen gerechnet werden. Diese Impfung ist in der Bundesrepublik Deutschland nach dem Tierseuchengesetz genehmigungspflichtig. Den größtmöglichen Schutz garantiert auf alle Fälle eine rechtzeitige Immunprophylaxe kombiniert mit Ausschaltung schädlicher Einflüsse und Optimierung von Fütterung und Haltung (Wachendörfer et al., 1980). Nach Lohrbach und Frost (1983) stellt die Vakzination das Mittel der Wahl in der Bekämpfung der Chlamydiose in Milchviehbeständen dar, da andere Maßnahmen wie prophylaktische Chemotherapie schon aus Kostengründen nicht in Frage kommen.

4.2 Desinfektion

In Beständen, in denen *Chlamydia psittaci* vorhanden ist, ist die Durchführung effektiver Desinfektionsverfahren unerlässlich. Dies soll nicht nur die Neuansteckung von Tieren verhindern, sondern auch den Menschen vor einer Infektion bewahren.

Da Hüllsubstanzen die Lebensdauer von Chlamydien entscheidend verlängern, sind gute Hygiene mit sorgfältiger Grobreinigung Voraussetzung für eine erfolgreiche Desinfektion.

Es stehen verschiedene Mittel zur Auswahl: So inaktivieren Formalin 3 %, Natronlauge 3 %, Propylalkohol 70 % und Chloramin 1 % eine eiweißhaltige Chlamydiensuspension auf Holz oder Mull innerhalb von 15 Minuten vollständig. Gut wirksam sind auch im Handel befindliche Desinfektionsmittel, die Aldehyde als Wirkstoffe enthalten. Brüning (1982) testete verschiedene Präparate in der Tauch- und in der Aerosol desinfektion mit verzinktem Eisenblech als Keimträger. Er erhielt folgende Ergebnisse:

TABELLE 7: Wirksamkeit verschiedener Desinfektionsmittel auf Chlamydien nach Brüning (1982)

	Formalin	Orbivet®	Wasserstoffperoxid
Tauchdesinfektion	0,5 % /20 Min*	0,5 % /30 Min	2 % /60 Min
	1 % / 5 Min	1 % /15 Min	3 % /20 Min
Aerosol desinfektion	1 % /30 Min	2 % /15 Min	3 % /60 Min
	2 % /15 Min	---	5 % /30 Min

Orbivet®:Fa. Schülke & Mayr, Norderstedt

*Desinfektionsmittelkonzentration/Einwirkzeit

Speziell für Chlamydien vom Rind nennen Storz und Krauss (1985) folgende Mittel: Quartäre Ammoniumverbindungen 0,3 %, Kresol 5 % oder Natronlauge 2 % inaktivierten den Erreger in 5 Minuten.

Unsicher, bzw. nur in hohen Konzentrationen, wirken phenol- oder

halogenhaltige Desinfektionsmittel, während Amphotenside oder deren Abkömmlinge gänzlich wirkungslos sind (Brüning, 1982).

Eine weitere Möglichkeit zur Keimverringerung ist die Anwendung von UV-Licht, gegen dessen Einwirkung Chlamydien empfindlich sind. Sein Einsatz bleibt bis jetzt aber weitgehend auf den klinischen Bereich beschränkt (Sprockhoff, 1980). Für hitzebeständige Materialien eignet sich auch eine Wärmebehandlung. Bei 56 Grad C verlieren Chlamydien innerhalb von 5 Minuten ihre Infektiosität (Rolle und Mayr, 1978).

4.3 Therapie

Chlamydia psittaci ist beim Rind fakultativ pathogen. Der erste Schritt in der Behandlung muß daher sein, die Haltungsbedingungen zu optimieren. Da Chlamydien antibiotikaempfindlich sind, lassen sich diese zur Therapie infizierter Tiere einsetzen. Johnson et al. (1983) testeten 30 Präparate an verschiedenen Chlamydienstämmen. Dabei erwiesen sich folgende in vitro als am wirksamsten:

TABELLE 8: Wirksamkeit (in vitro) verschiedener Antibiotika gegen Chlamydien nach Johnson et al.(1983)

Wirkstoff	Mittlere minimale Hemmdosis (in mg/l)	Mittlere minimale Letaldosis (in mg/l)
Erythromycin	0,1	0,25
Minozyklin	0,005	0,01
Mitomycin	0,1	0,1
Oxytetracyklin	0,01	0,1
Tylosin	0,1	0,5

Am häufigsten werden die Tetracykline eingesetzt. Sie blockieren die Proteinsynthese des Erregers, indem sie die Übersetzung der Transfer-RNA

in Aminosäuren für die wachsende Peptidkette an den Ribosomen verhindern. Die Entwicklung der Einschlusskörperchen wird behindert und bei ausreichender Wirkstoffkonzentration zeigen sich keine Retikularkörper im Zytoplasma der Wirtszellen (Storz und Krauss, 1985; Johnson et al., 1983). Tetracykline unterdrücken also die Vermehrung des Erregers, können jedoch die Infektion nicht eliminieren. Daraus folgt, daß die Immunabwehr des Wirtes intakt sein muß, um den Erreger vollständig aus dem Organismus zu beseitigen. Andernfalls kann ein Antibiotikaeinsatz zu chronischer, latenter Infektion und Dauerausscheidung führen. Besonders wichtig ist es, die Medikamente in ausreichend hoher Dosierung und genügend lange zu verabreichen (Gerbermann und Pauels, 1982). Günstig sind Langzeit-Tetracykline wie Terramycin[®] LA (Fa. Pfizer). So genügten mit diesem Präparat bei trächtigen Schafen einer infizierten Herde 2 Injektionen im 4. Trächtigkeitsmonat im Abstand von 10 bis 15 Tagen, um die Aborte und Totgeburten stark zu reduzieren. Injiziert wurden 20 mg/kg Körpergewicht i.m. (Rodolakis et al., 1980). Nachteil dieser einfachen und billigen Therapie ist, daß der Erreger so nicht aus der Herde verschwindet. Beim Rind sind derartige Versuche nicht bekannt.

Eine Behandlung abortgefährdeter Tiere ist nur effektiv vor oder während der Chlamydämie, da Antibiotika die Vermehrung des Erregers in Plazenta und Fetus nicht zu beeinflussen vermögen (Storz und Krauss, 1985). Wichtig ist der erreichte Blutspiegel des eingesetzten Antibiotikums. Er liegt z. B. für Chlortetracyklin, das häufig angewendet wird, bei mindestens 1,0 µg/ml Blut (Gerbermann und Pauels, 1982).

Inzwischen wurden Tetracyklin-resistente Chlamydien-Mutanten entdeckt und ein teilweise resistenter Stamm beschrieben (Storz und Krauss, 1985). Dies erfordert, daß man vermehrt nach anderen Therapiemöglichkeiten sucht. In der DDR wurde z. B. bei Bullen mit Chlamydien-Genitalinfektionen auch Tylosin in einer Dosierung von 1 mg/kg Körpergewicht für 5 bis 10 Tage mit

gutem Erfolg angewendet. Auf jeden Fall aber kommt eine medikamentelle Therapie im Endeffekt teurer als eine Impfung (Wachendörfer et al., 1980).

1.8.4 Gesetze und Verordnungen

Krankheitsverdacht, Erkrankung und Tod beim Menschen durch *Chlamydia psittaci* sind nach dem Bundesseuchengesetz in der Fassung vom 18.12.1979, meldepflichtig. Nach dem Tierseuchengesetz unterliegt die Psittakose der Anzeigepflicht, die Ornithose der Meldepflicht (Weber, 1986; Wert, 1986).

III. Eigene Untersuchungen

1. Material

1.1 Herkunftsgebiet der untersuchten Rinder

Die untersuchten Blutproben stammten von Rindern aus dem Einzugsgebiet der Landesuntersuchungsämter für das Gesundheitswesen Nordbayern und Südbayern mit den Regierungsbezirken Unter-, Mittel-, Oberfranken, Oberpfalz in Nordbayern und Ober-, Niederbayern, Schwaben in Südbayern.

In Nordbayern herrschen landwirtschaftliche Klein- und Mittelbetriebe mit durchschnittlich etwa 10 Kühen pro Bestand vor. Vor allem wird Milchvieh gehalten, überwiegend in ganzjähriger Stallhaltung mit Anbindehaltung.

In Südbayern sind die Betriebe im Durchschnitt größer als in Nordbayern. Auch hier überwiegt die Milchproduktion. Ein Großteil der Tiere wird im Sommerhalbjahr auf die Weiden ausgetrieben. Neben der Anbindehaltung existieren auch zahlreiche Laufställe.

ABBILDUNG 4: Herkunftsgebiet der untersuchten Blutproben



1.2 Blutproben

Die Auswahl der zu untersuchenden Seren wurde aus den Blutproben getroffen, die im Zuge der amtlich vorgeschriebenen, routinemäßigen Kontrolle auf Rinderleukose in der Zeit von Januar bis April 1986 an die Untersuchungsämter eingeschickt wurden. Es wurden immer ganze Bestände untersucht.

Jeweils 0,1 % der Bestände und 0,1 % der Milchkühe sollten erfaßt werden. Die Größe der ausgewählten Betriebe entspricht im Mittel dem Landesdurchschnitt. Da in leukosefreien Betrieben nur die Rinder über 2 Jahre untersucht werden, wurden auch einige leukoseverdächtige Bestände zur Untersuchung herangezogen. Bei diesen werden Blutproben von allen Tieren ab einem halben Jahr genommen, so daß auch Kälber und Jungtiere in die Ergebnisse einbezogen werden konnten. Leukosepositive Tiere wurden dabei ausgeklammert.

Insgesamt wurden 1234 Proben aus 92 Betrieben aus Nordbayern und 1440 Proben aus 94 Betrieben aus Südbayern untersucht (Normalbetriebe). Weiterhin wurden 1162 Blutproben von Rindern aus 51 nordbayerischen Betrieben mit akutem Abortgeschehen untersucht, die in der Zeit von Januar bis Dezember 1986 eingeschickt wurden (Verwerfensbetriebe).

Die Proben wurden mit ca. 2500 Umdrehungen/min für 5 Minuten zentrifugiert, das Serum wurde abgegossen und bei - 18 Grad C in Plastikröhrchen eingefroren.

1.3 Materialien für die KBR

Das verwendete Chlamydien- oder Ornithose-Antigen wurde von den Behring-Werken/Marburg bezogen. Es handelt sich um eine gereinigte und inaktivierte Suspension von *Chlamydia psittaci* (Stamm P4), die aus Dottersäcken infizierter Hühnerembryonen gewonnen wird. Auf Grund der Herstellung ist der Gehalt an Fremdeiweiß beträchtlich. Vor Gebrauch ist die Suspension 1 : 5 mit Puffer (siehe unten) zu verdünnen.

Das Ornithose-Kontroll Antigen, negativ, ebenfalls von den Behring-Werken, wird aus nichtinfizierten Dottersäcken in gleicher Weise hergestellt wie das Antigen aus infizierten. Es ist wie das Ornithose-Antigen zu verwenden und dient zum Nachweis der Spezifität des Antikörpertiters bei positiven Reagenten, da auch Antikörper gegen Fremdeiweiße im Probandenserum, die nichts mit einer Chlamydien-Infektion zu tun haben, zu einem falsch-positiven Ergebnis in der KBR führen können.

Das Ornithose-Kontroll-Serum, positiv, (human) des obengenannten Herstellers liegt 1 : 5 vorverdünnt und lyophilisiert vor. Die Reaktion mit diesem Kontroll-Serum erwies sich allerdings als so schwach positiv, daß sie keine gute Vergleichsmöglichkeit gegenüber der negativen Kontrolle darstellte. Es wurde daher als positive Kontrolle ein Chlamydien-positives Rinderserum des Landesuntersuchungsamtes Nordbayern mit bekanntem Titer herangezogen.

Zur negativen Kontrolle wurde ein beliebiges Chlamydienantikörper-freies Rinderserum benutzt.

Das Komplement kam von der biologischen Arbeitsgemeinschaft GmbH/Lich. Es wurde aus frischem, gepooltem Serum gesunder Meerschweinchen hergestellt und gefriergetrocknet. Zum Gebrauch wurde es im beigefügten Lösungsmittel aufgelöst und im Kühlschrank bei 4 bis 8 Grad C aufbewahrt.

Der Ambozeptor, ein Antiserum gegen Schafererythrozyten, wurde von den Behring-Werken geliefert. Gewonnen wird er durch Immunisierung von Kaninchen mit Schafererythrozyten. Der Titer betrug 1 : 6000. Vor Gebrauch wurde der Ambozeptor mit Puffer 1 : 1000 verdünnt.

Die Schafererythrozyten stammten von Hammeln, die im Landesuntersuchungsamt Nordbayern selbst gehalten werden. Das Blut wurde durch Venenpunktion steril entnommen, in einem mit Glasperlen gefüllten Erlenmeyerkolben defibriniert, das Fibrin abfiltriert und das Restblut in Alsever-Lösung im Kühlschrank aufbewahrt. Vor Gebrauch wurden die Erythrozyten 3 mal mit Puffer gewaschen und dazwischen bei 3000 Umdrehungen/Minute 10 Minuten zentrifugiert und der Überstand jeweils abgegossen.

Als Puffer diente eine Diäthylbarbituratpufferlösung mit pH 7,3.

Zusammensetzung der Stammlösung:

NaCl	85,00 g
Diäthylbarbitursäure	5,75 g
Na-Diäthylbarbiturat	3,75 g
MgCl ₂ x 6 H ₂ O	1,68 g
CaCl ₂ x 2 H ₂ O	0,37 g
Aqua bidest	ad 2000 ml

Diäthylbarbitursäure wird in 500 ml bidestilliertem Wasser heiß gelöst, dann NaCl und Na-Diäthylbarbiturat zugesetzt und mit bidestilliertem Wasser auf 2000 ml aufgefüllt. Am Schluß wird MgCl₂ x 6 H₂O und CaCl₂ x 2 H₂O zugegeben und 20 Minuten bei 115 Grad C autoklaviert.

Diese Stammlösung wurde im Kühlschrank bei 4 bis 8 Grad C aufbewahrt und vor Gebrauch mit destilliertem Wasser 1 : 5 verdünnt.

2. Methoden

2.1 Prinzip der KBR

Bei der KBR wird eine Antigen-Antikörper-Reaktion durch Verbrauch von Komplement nachgewiesen. Ein hämolytisches System aus Schafererythrozyten und Antiserum gegen Schafererythrozyten, das ebenfalls Komplement braucht, macht die Reaktion sichtbar. Sind im zu untersuchenden Serum Antikörper vorhanden, so wird das Komplement zur Antigen-Antikörperreaktion verbraucht. Tritt eine solche nicht ein, da die Antikörper fehlen, ermöglicht das Komplement eine Hämolyse der Schafererythrozyten.

2.2 Das hämolytische System

Das hämolytische System für die KBR wurde jeden Montag neu hergestellt. Dafür wurden 100 ml einer 2,5 %igen Suspension aus gewaschenen Hammelerythrozyten und Puffer bereitet, mit 100 ml Ambozeptorgebrauchsverdünnung gemischt und gut geschüttelt. Die Flüssigkeit wurde für 30 Minuten bei 37 Grad C im Brutschrank inkubiert und dann bei 4 bis 8 Grad C im Kühlschrank aufbewahrt (Haltbarkeit bis zu einer Woche). Vor dem Einsatz in der KBR wurde das hämolytische System nochmals für 30 Minuten im Brutschrank erwärmt.

Da *Chlamydia psittaci* bei Schafen weit verbreitet ist, sind viele dieser Tiere auch Antikörperträger. Deren Erythrozyten sind zur Herstellung des hämolytischen Systems für die KBR auf Chlamydien-Antikörper ungeeignet, da eine völlige Eliminierung der unerwünschten Antikörper dieser Tiere nicht ohne großen Aufwand möglich ist. Von den 5 Hammeln, die zum entsprechenden Zeitpunkt im Landesuntersuchungsamt zur Gewinnung von Erythrozyten herangezogen wurden, waren 2 einwandfrei zur KBR für Chlamydien zu verwenden.

2.3 Komplement-Vorversuch

Für jedes neu angesetzte hämolytische System wurde ein eigener Komplement-Vorversuch gemacht. Dabei wurde die kleinstmögliche Komplement-Verdünnung ermittelt, bei der eine vollständige Hämolyse des hämolytischen Systems eintritt. Das Komplement wurde mit Puffer 1 : 10 vorverdünnt. Daraus wurden 8 Komplementverdünnungen von 4 % bis 0,5 % mit je 0,5 % Unterschied hergestellt. Dann wurden auf einer Mikrotiterplatte 10 Kavitäten von 1 - 10 durchnummeriert und Folgendes einpipettiert:

TABELLE 9: Komplementauswertung im Vorversuch

Kavität	Antigengebrauchs- verdünnung	Puffer	Komplement- verdünnung
1	25*	25	25 (4,0 %)
2	25	25	25 (3,5 %)
3	25	25	25 (3,0 %)
4	25	25	25 (2,5 %)
5	25	25	25 (2,0 %)
6	25	25	25 (1,5 %)
7	25	25	25 (1,0 %)
8	25	25	25 (0,5 %)
9	25	50	-
10	-	75	-

* Mengenangaben in μl

Die Platte wurde geschüttelt und für 30 Minuten zugedeckt bei 4 bis 8 Grad C in den Kühlschrank gestellt. Anschließend wurde sie für 30 Minuten bei 37 Grad C im Brutschrank inkubiert. Dann wurden in die Kavitäten 1 bis 10 je 50 μl des hämolytischen Systems einpipettiert und die Platte geschüttelt und nochmals in den Brutschrank verbracht. Nach weiteren 30 Minuten wurde die Hämolyse abgelesen. Diejenige Komplementverdünnung, bei der gerade vollständige Hämolyse eintrat, galt als eine Einheit. Gearbeitet wurde mit einem Sicherheitsfaktor von 1,5. D. h. liegt bei einer Komple-

mentverdünnung von 1 % vollständige Hämolyse vor, wird im Hauptversuch eine Komplementverdünnung von 1,5 % eingesetzt.

Die Kavität 9 diente zur Kontrolle des Antigens auf hämolytische Eigenschaften, die Kavität 10 zur Kontrolle des hämolytischen Systems auf Eigenhämolyse; d. h. in diesen beiden Vertiefungen sollte keine Hämolyse erfolgen.

Das Chlamydien-Antigen verbraucht in der KBR im Verhältnis zu anderen Antigenen (wie z. B. Rotz- oder Q-Fieber-Antigen) relativ viel Komplement, so daß meist mit Komplementverdünnungen über 3 % gearbeitet werden mußte. Verdünnungen mit mehr als 5 % sollten nicht eingesetzt werden, da sonst der Fremdeiweißgehalt zu hoch wird, um eine einwandfreie KBR zu gewährleisten. In diesem Fall muß ein anderer Hammel zur Herstellung des hämolytischen Systems oder ein anderes Komplement genommen werden.

2.4 KBR-Hauptversuch

2.4.1 Feststellung positiver Seren

Die tiefgefrorenen Rinderseren wurden über Nacht im Kühlschrank aufgetaut und dann 1 : 10 mit Puffer verdünnt. Diese Verdünnungen wurden im Wasserbad bei 57 Grad C inaktiviert. Sie können 2 Tage verwendet werden (nach erneutem Kühlschrankaufenthalt 10 Minuten nachinaktivieren).

Für die KBR wurde die Kolmer-Technik - mit verkürzter Kältebindung - in der Mikromethode, d. h. mit sehr geringen Mengen an Serum und Reagenzien, angewendet. Die Kolmer-Technik mit Kältebindung über Nacht erwies sich als ungeeignet, da bei ihr nie eine vollständige Hämolyse zu erzielen war.

Für die KBR wurden Mikrotiterplatten mit 96 Kavitäten benutzt, angeordnet in 12 Reihen mit je 8 Vertiefungen. Die Kavitäten wurden paarweise durchnummeriert. Jede Vertiefung eines solchen Paares wurde mit 25 μ l der selben Serumverdünnung beschickt. In der jeweils linken Kavität wurden durch Antigenzugabe komplementbindende Antikörper nachgewiesen, in der rechten - ohne Antigenzugabe - antikomplementäre Eigenschaften des selben Serums (= Serumkontrolle).

Auf jeder Platte wurde ein Kavitätenpaar mit den Verdünnungen eines positiven und eines negativen Kontrollserums beschickt. Es konnten also auf jeder Platte maximal 47 Seren sowie eine positive und eine negative Kontrolle untersucht werden.

Für jede Serumverdünnung wurden in die linke Kavität 25 μ l Antigengebrauchsverdünnung einpipettiert, in die zugehörige Serumkontrolle 25 μ l Puffer. Anschließend wurde in alle belegten Vertiefungen 25 μ l Komplementgebrauchsverdünnung (siehe III.2.3) gegeben.

Die Platte wurde zum Mischen der Reagenzien geschüttelt und zur Kältebindung für 30 Minuten zugedeckt in den Kühlschrank (4 bis 8 Grad C) verbracht. Danach wurde der Deckel abgenommen und die Platte bei 37 Grad C in den Brutschrank gestellt. Nach 30 Minuten wurden überall 50 μ l des hämolytischen Systems zugegeben und nach erneutem Schütteln die Platte nochmals für 30 Minuten im Brutschrank inkubiert. Dann wurde die Reaktion sofort abgelesen.

Alle Serumverdünnungen mit 50 bis 100 %iger Hämolyse galten als positiv, alle anderen als negativ. Fragliche Proben, bei denen die Stärke der Hämolyse nicht eindeutig festgestellt werden konnte, wurden zur Sicherheit mit austitriert (siehe III.2.4.2). Antikomplementäre Seren traten nicht

auf.

Der Ablauf der KBR läßt sich zu folgender Tabelle zusammenfassen:

TABELLE 10: KBR-Hauptversuch

	Kavitätenpaare 1-47		Kavitätenpaar 48	
	links	rechts	links	rechts
1. Serumverdünnungen (1:10)	25*	25	-	-
2. Kontrollserum positiv (1:10)	-	-	25	-
3. Kontrollserum negativ (1:10)	-	-	-	25
4. Antigengebrauchsverdünnung	25	-	25	25
5. Puffer	-	25	-	-
6. Komplementgebrauchsverdünnung	25	25	25	25
7. Platte schütteln, zugedeckt bei 4-8 Grad C für 30 Minuten in den Kühlschrank, dann ohne Deckel 30 Minuten bei 37 Grad C inkubieren				
8. Hämolytisches System	50	50	50	50
9. Platte schütteln, 30 Minuten bei 37 Grad C inkubieren				
10. Ablesen: 50-100 % Hämolyse positiv, unter 50 % Hämolyse negativ				

* Mengenangaben in μl

2.4.2 Titerbestimmung der positiven Seren

Bei allen in der Verdünnung 1 : 10 positiven und fraglichen Seren wurde durch Verdünnungsreihen der Antikörpertiter bestimmt. Dazu wurden von den entsprechenden Serumverdünnungen (1 : 10) jeweils 50 μl in eine Kavität einer Mikrotiterplatte pipettiert. In den 3 danebenliegenden Vertiefungen wurden je 25 μl Puffer vorgelegt. Die Verdünnungsreihe wurde mit

Mikrodilutoren von 25 μ l Volumen hergestellt, so daß Verdünnungen in geometrischer Reihe mit dem Faktor 2 entstanden, d. h. 1 : 10, 1 : 20, 1 : 40, 1 : 80. Da die auftretenden Titer 1 : 40 nur 2-mal überstiegen, war eine größere Verdünnung in der Regel nicht nötig. Auf jeder Platte wurden wieder positives und negatives Kontrollserum mitgeführt. In jede beschickte Kavität wurden 25 μ l Antigen und 25 μ l Komplementgebrauchsverdünnung gegeben. Ablauf siehe Tabelle 11.

TABELLE 11: Titerbestimmung positiver Seren

Vertiefung	1	2	3	4
Serumverdünnung (1:10)	50*	-	-	-
Puffer	-	25	25	25
Verdünnungsreihe		25	25	25 25 verworfen
Antigengebrauchsverdünnung	25	25	25	25
Komplementgebrauchsverdünnung	25	25	25	25
Weiteres Verfahren wie in Tabelle 10 Punkt 7. - 10.				

* Mengenangaben in μ l

Als Titer wurde der reziproke Wert der höchsten Verdünnung herangezogen, bei der noch mindestens eine 50 %ige Hämolyse vorlag. Seren mit einem Titer von 1 : 20 und höher wurden als Chlamydien-infiziert (=positiv) angesehen. Tiere mit einem Titer von 1 : 10 wurden als verdächtig gewertet.

2.4.3 Sicherung der Spezifität des Antikörpertiters

Zum Nachweis der Spezifität des Antikörpertiters positiver Seren wurden ca. 25 % der positiven und verdächtigen Seren mit Ornithose-Kontroll-Antigen negativ (siehe auch III.1.3) angesetzt. Zuerst wurde mit diesem Kontroll-Antigen ein Vorversuch zur Bestimmung der benötigten Komplementgebrauchsverdünnung gemacht, wie unter III.2.3 beschrieben, mit Kontroll-Antigen negativ statt normalem Antigen. Dann wurden die entsprechenden Serumverdünnungen mit Serumkontrolle angesetzt wie unter III.2.4.1; statt Antigengebrauchsverdünnung wurde wieder die Gebrauchsverdünnung des Kontroll-Antigens negativ zugefügt. Alle Antikörpertiter erwiesen sich ausnahmslos als spezifische Chlamydien-Titer.

2.5 Untersuchung von Nachgeburten

Im Landesuntersuchungsamt Nordbayern werden jährlich über 100 Eihäute mikroskopisch auf Chlamydien untersucht. Es werden dafür Abklatschpräparate von mehreren Stellen angefertigt und nach Stamp gefärbt. Chlamydien stellen sich dann im Mikroskop leuchtend rot dar (siehe auch II.3.1).

Stamp-Färbung:

- 1) Präparat lufttrocknen, fixieren mit der Flamme
- 2) Mit 1 : 5 verdünntem Karbolfuchsin 5 bis 10 Minuten färben
- 3) Entfärben (differenzieren) mit 1%iger Essigsäure, 30 Sekunden bis 1 Minute
- 4) Abspülen mit Aqua dest. oder Leitungswasser
- 5) Gegenfärben mit wässriger 3%iger Malachitgrünlösung, ca. 30 Sekunden
- 6) Abspülen mit Leitungswasser und abtrocknen

2.6 Statistische Methoden

Zur statistischen Absicherung der Unterschiede der

Untersuchungsergebnisse (z. B. regional oder bezüglich der Betriebsgröße)

wurde deren Signifikanz nach Cavalli-Sforza (1974) errechnet.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Serologisch positive Tiere normaler Bestände

Die Ergebnisse der Untersuchungen der stichprobenhaft ausgewählten Betriebe sind tabellarisch zusammengefaßt. Die positiven und verdächtigen Tiere sind in einer besonderen Spalte aufgelistet. Als positive Betriebe gelten solche, in denen mindestens ein Tier positiv (Titer $> 1 : 20$) ist. Betriebe, in denen nur ein oder mehrere Tiere mit Titer $1 : 10$ vorkommen, werden als verdächtige Betriebe bezeichnet.

Die Tabellen 12 bis 21 zeigen die Ergebnisse der serologischen Untersuchungen für jeden Regierungsbezirk. Betriebe und Einzeltiere sind in Abhängigkeit von der Bestandsgröße erfaßt.

TABELLE 12: Untersuchte Betriebe und Rinder in der Oberpfalz

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	15 (48,4)*	3 (20,0)	3 (20,0)	100 (24,0)	4 (4,0)	4 (4,0)
10-20	12 (38,7)	3 (25,0)	4 (33,3)	164 (39,4)	8 (9,4)	9 (5,5)
>20	4 (12,9)	2 (50,0)	1 (25,0)	152 (36,6)	3 (2,0)	4 (2,6)
Gesamt	31 (100)	8 (25,8)	8 (25,8)	416 (100)	15 (3,6)	17 (4,1)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 13: Untersuchte Betriebe und Rinder in Oberfranken

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	11 (45,8)*	0 (0)	3 (27,3)	75 (19,3)	0 (0)	3 (4,0)
10-20	8 (33,3)	2 (25,0)	4 (50,0)	127 (32,6)	5 (3,9)	9 (7,1)
>20	5 (20,8)	2 (40,0)	1 (20,0)	187 (48,1)	5 (2,7)	6 (3,2)
Gesamt	24 (100)	4 (16,7)	8 (33,3)	389 (100)	10 (2,6)	18 (4,6)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 14: Untersuchte Betriebe und Rinder in Mittelfranken

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	6 (30,0)*	1 (16,7)	0 (0)	35 (13,1)	4 (11,4)	0 (0)
10-20	11 (55,0)	1 (9,1)	1 (9,1)	145 (54,3)	1 (0,7)	4 (2,8)
>20	3 (15,0)	1 (33,3)	0 (0)	87 (32,6)	1 (1,1)	1 (1,1)
Gesamt	20 (100)	3 (15,0)	1 (5,0)	267 (100)	6 (2,2)	5 (1,9)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 15: Untersuchte Betriebe und Rinder in Unterfranken

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	11 (64,7)*	3 (27,3)	4 (36,4)	72 (44,5)	6 (8,3)	8 (11,1)
10-20	5 (29,4)	0 (0)	2 (40,0)	66 (40,7)	0 (0)	2 (3,0)
>20	1 (5,9)	0 (0)	0 (0)	24 (14,8)	0 (0)	0 (0)
Gesamt	17 (100)	3 (17,6)	6 (35,3)	162 (100)	6 (3,7)	10 (6,2)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 16: Untersuchte Betriebe und Rinder in Nordbayern

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	43 (46,8)*	7 (16,3)	10 (23,3)	282 (22,8)	14 (5,0)	15 (5,3)
10-20	36 (39,1)	6 (16,7)	11 (30,6)	502 (40,7)	14 (2,8)	24 (4,8)
>20	13 (14,1)	5 (38,5)	2 (15,4)	450 (36,5)	9 (2,0)	11 (2,4)
Gesamt	92 (100)	18 (19,6)	23 (25,0)	1234 (100)	37 (3,0)	50 (4,1)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 17: Untersuchte Betriebe und Rinder in Oberbayern

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	9 (23,7)*	1 (11,1)	0 (0)	45 (7,9)	2 (4,4)	1 (2,2)
10-20	19 (50,0)	4 (21,1)	5 (26,3)	279 (48,9)	5 (1,8)	13 (4,7)
>20	10 (26,3)	5 (50,0)	2 (20,0)	247 (43,2)	5 (2,0)	11 (4,5)
Gesamt	38 (100)	10 (26,3)	7 (18,4)	571 (100)	12 (2,1)	25 (4,4)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 18: Untersuchte Betriebe und Rinder in Niederbayern

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	8 (28,6)*	2 (25,0)	1 (12,5)	53 (12,8)	2 (3,8)	3 (5,7)
10-20	12 (42,8)	2 (16,7)	5 (41,7)	152 (36,8)	3 (2,0)	7 (4,6)
>20	8 (28,6)	4 (50,0)	3 (37,5)	208 (50,4)	6 (2,9)	14 (6,7)
Gesamt	28 (100)	8 (28,6)	9 (32,1)	413 (100)	11 (2,7)	24 (5,8)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 19: Untersuchte Betriebe und Rinder in Schwaben

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	5 (17,9)*	0 (0)	0 (0)	34 (7,5)	0 (0)	0 (0)
10-20	17 (60,7)	4 (23,5)	3 (17,6)	260 (57,0)	5 (1,9)	10 (3,8)
>20	6 (21,4)	1 (16,7)	1 (16,7)	162 (35,5)	1 (0,6)	2 (1,2)
Gesamt	28 (100)	5 (17,9)	4 (14,3)	456 (100)	6 (1,3)	12 (2,6)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 20: Untersuchte Betriebe und Rinder in Südbayern

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	22 (23,4)*	3 (13,6)	1 (4,5)	132 (9,2)	4 (3,0)	4 (3,0)
10-20	48 (51,1)	10 (20,8)	13 (27,1)	691 (48,0)	13 (1,9)	30 (4,3)
>20	24 (25,5)	10 (41,7)	6 (25,0)	617 (42,8)	12 (1,9)	27 (4,4)
Gesamt	94 (100)	23 (24,5)	20 (21,3)	1440 (100)	29 (2,0)	61 (4,2)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 21: Untersuchte Betriebe und Rinder von Bayern (gesamt)

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	65 (34,9)*	10 (15,4)	11 (16,9)	414 (15,5)	18 (4,3)	19 (4,6)
10-20	84 (45,2)	16 (19,0)	24 (28,6)	1193 (44,6)	27 (2,3)	54 (4,5)
>20	37 (19,9)	15 (40,5)	8 (21,6)	1067 (39,9)	21 (2,0)	38 (3,6)
Gesamt	186 (100)	41 (22,0)	43 (23,1)	2674 (100)	66 (2,5)	111 (4,2)

Prozentangaben in Klammern

Von 186 untersuchten Betrieben wurden in 41 Beständen (= 22,0 %) positive Tiere und in 43 Beständen (= 23,1 %) verdächtige Tiere nachgewiesen. Davon entfallen 18 positive Betriebe auf Nordbayern (= 19,6 % der untersuchten nordbayerischen Bestände) und 23 auf Südbayern (= 24,5 % der untersuchten südbayerischen Bestände). Von den verdächtigen Betrieben liegen 23 in Nordbayern (= 25,0 % der untersuchten nordbayerischen Bestände) und 20 in Südbayern (= 23,1 % der untersuchten südbayerischen Bestände).

Von den 2674 untersuchten Rindern waren 66 (= 2,5 %) positiv und 111 (= 4,2 %) verdächtig. 37 der positiven Tiere stammten aus Nordbayern (= 3,0 % der untersuchten nordbayerischen Tiere), 29 aus Südbayern (= 2,0 % der untersuchten südbayerischen Tiere). Von den verdächtigen kamen 50 aus Nordbayern (= 4,1 % der untersuchten nordbayerischen Tiere), 61 aus Südbayern (= 4,2 % der untersuchten südbayerischen Tiere).

Somit ist der Tierbestand in Nordbayern mit 3,0 % etwas stärker verseucht als der in Südbayern mit 2,0 %. Von den Regierungsbezirken weichen Oberpfalz und Unterfranken mit 3,6 % bzw. 3,7 % positiven Tieren stärker nach oben vom bayerischen Mittelwert 2,5 % ab, während Schwaben mit 1,3 % am stärksten nach unten abweicht.

Auch die Betriebsgröße hatte Einfluß auf den Verseuchungsgrad. So waren 4,3 % der Tiere aus Betrieben unter 10 Tieren positiv, während Betriebe mit 10 bis 20 Tieren nur 2,3 % Positive aufwiesen, Betriebe mit über 20 Tieren sogar nur 2,0 %. D. h. Tiere aus Kleinbetrieben mit unter 10 Tieren sind signifikant höher verseucht als solche aus größeren Betrieben. Diese Tendenz läßt sich in fast allen Regierungsbezirken beobachten. Ausnahmen bilden hier Oberfranken, Schwaben und in geringerem Maße auch die Oberpfalz.

Anders die Verseuchungshäufigkeit der Bestände. So waren Betriebe unter 10

Tieren nur zu 15,4 % positiv, Betriebe über 20 Tiere aber zu 40,5 %. D. h. die Verseuchungswahrscheinlichkeit wuchs mit der Betriebsgröße.

3.2 Serologisch positive Tiere der Bestände mit erhöhter Abortrate (= Verwerfensbetriebe)

Von 51 untersuchten nordbayerischen Betrieben mit erhöhter Abortrate waren 14 (= 27,5 %) positiv und 6 (= 11,8%) verdächtig (siehe Tabelle 22). Von den dabei erfaßten 1162 Tieren reagierten 41 (=3,5 %) serologisch positiv und 32 (= 2,8 %) verdächtig. Der Verseuchungsgrad der Tiere aus Verwerfensbetrieben lag also mit 3,5 % geringgradig über dem nordbayerischen Durchschnitt von 3,0 %.

TABELLE 22: Untersuchte Verwerfensbetriebe in Nordbayern

Bestands- größe in Tieren	Anzahl der untersuchten Betriebe	Anzahl der positiven Betriebe	Anzahl der verdächtigen Betriebe	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der positiven Tiere	Anzahl der verdächtigen Tiere
<10	12 (23,5)*	3 (25,0)	1 (8,3)	59 (5,1)	5 (8,5)	5 (8,5)
10-20	15 (29,4)	4 (26,7)	1 (6,7)	199 (17,1)	21 (10,6)	8 (4,0)
>20	24 (47,1)	7 (29,2)	4 (16,7)	904 (77,8)	15 (1,7)	19 (2,1)
Gesamt	51 (100)	14 (27,5)	6 (11,8)	1162 (100)	41 (3,5)	32 (2,8)

* Prozentangaben in Klammern

Im Zeitraum Januar bis Dezember 1986 wurden im Landesuntersuchungsamt Südbayern 7 Bestände mit insgesamt 40 Tieren serologisch auf Chlamydien untersucht. 5 Tiere waren positiv, 13 fraglich. Im Landesuntersuchungsamt Südbayern wird jedoch ein Chlamydia-KBR-Antigen von dem Institut Virion GmbH, Würzburg, verwendet. Dabei wird ein Titer ab 1:8 bereits als positiv gewertet. Diese Proben wurden daher nicht zur Auswertung herangezogen.

3.3 Verseuchungsgrad der Betriebe in Abhängigkeit von der Bestandsgröße

Als Verseuchung oder Verseuchungsgrad wird die Anzahl positiver Tiere eines Bestandes im Verhältnis zur Anzahl aller untersuchten Tiere dieses Bestandes bezeichnet. In Tabelle 23 wurde der Verseuchungsgrad aller positiven Normal-Betriebe abhängig von ihrer Bestandsgröße erfaßt. 50 % der Betriebe mit weniger als 10 Tieren wies eine Verseuchung von über 20 % auf, während Betriebe mit 10 bis 20 Tieren zu 62,4 % unter 10 % Verseuchung lagen, Betriebe mit über 20 Tieren sogar zu 93,3 %. Noch deutlicher wurde die höhere Verseuchung von Kleinbetrieben durch den durchschnittlichen Gesamtverseuchungsgrad der einzelnen Bestandsgrößenkategorien belegt. Er lag in Kleinbetrieben unter 10 Tieren bei 22,4 % und fiel auf 4,4 % bei Betrieben über 20 Tieren ab. Diese Tendenz ließ sich auch bei Verwerfensbetrieben beobachten. (s. Tabelle 24).

Vergleicht man den durchschnittlichen Verseuchungsgrad der Normalbetriebe mit dem der Verwerfensbetriebe, so zeigt sich, daß letztere mit 23,8 % im Durchschnitt doppelt so stark verseucht sind wie die Normalbetriebe mit 11,9 %.

TABELLE 23: Verseuchungsgrad stichprobenhaft gezogener Betriebe in Bayern bezogen auf die Betriebsgröße

Bestands- größe in Tieren	Prozentualer Verseuchungsgrad des Be- triebes bezogen auf die Bestandstiere					Durchschnitt- licher Verseu- chungsgrad in %	Anzahl der Bestände insgesamt
	0-10 %	11-20 %	21-30 %	31-40 %	>40 %		
< 10	-	5 (50,0)*	3 (30,0)	1 (10,0)	1 (10,0)	22,4	10 (24,4)
10 - 20	10 (62,4)	4 (25,0)	1 (6,3)	1 (6,3)	-	12,3	16 (39,0)
>20	14 (93,3)	1 (6,7)	-	-	-	4,4	15 (36,0)
Gesamt	24 (58,5)	10 (24,4)	4 (9,8)	2 (4,9)	1 (2,4)	11,9	41 (100)

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 24: Verseuchungsgrad der Verwerfensbetriebe bezogen auf die Betriebsgröße

Bestands- größe in Tieren	Prozentualer Verseuchungsgrad des Be- triebes bezogen auf die Bestandstiere					Durchschnitt- licher Verseu- chungsgrad in %	Anzahl der Bestände insgesamt
	0-10 %	11-20 %	21-30 %	31-40 %	>40 %		
< 10	-	-	1 (33,3)*	-	2 (66,7)	41,7	3 (21,4)
10 - 20	-	1 (25,0)	1 (25,0)	-	2 (50,0)	41,4	4 (28,6)
>20	6 (85,7)	1 (14,3)	-	-	-	6,0	7 (50,0)
Gesamt	6 (42,8)	2 (14,3)	2 (14,3)		4 (28,6)	23,8	14 (100)

* Prozentangaben in Klammern

Tabelle 25 und 26 erfassen die Verteilung der positiven Normal- und Verwerfensbetriebe nach ihrem Verseuchungsgrad ohne Berücksichtigung der Bestandsgröße. Über die Hälfte der Normalbetriebe und über 40 % ihrer Tiere zeigt eine Verseuchung von unter 10 %. Auch die Verwerfensbetriebe fallen zu über 40 % in diese Kategorie, die Tiere jedoch nur zu ca. ein Viertel. Auffällig ist, daß die Tiere aus Verwerfensbetrieben zu fast der Hälfte aus Betrieben mit über 40 % Verseuchungsgrad stammen, Tiere aus Normalbetrieben nur zu ca. 6%.

TABELLE 25: Verteilung der positiven Betriebe und Tiere bei stichprobenhaft gezogenen Betrieben in Abhängigkeit vom Verseuchungsgrad

Verseuchungsgrad des Betriebes be- zogen auf die Be- standstiere	Anzahl der Betriebe	Anzahl der pos. Tiere	Durchschnittli- cher serologi- scher Titer der positiven Tiere
< 10 %	24 (58,5)*	28 (42,4)	1:25,7
11-20 %	10 (24,4)	17 (25,7)	1:27,1
21-30 %	4 (9,8)	10 (15,2)	1:20,0
31-40 %	2 (4,9)	7 (10,6)	1:22,9
> 40 %	1 (2,4)	4 (6,1)	1:25,0
Gesamt	41 (100)	66 (100)	1:24,8

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 26: Verteilung der positiven Betriebe und Tiere in Abhängigkeit vom Verseuchungsgrad bei Betrieben mit erhöhten Verwerfensfällen

Verseuchungsgrad des Betriebes bezogen auf die Bestandstiere	Anzahl der Betriebe	Anzahl der pos. Tiere	Durchschnittlicher serologischer Titer der positiven Tiere
< 10 %	6 (42,8)*	11 (26,8)	1:23,6
11-20 %	2 (14,3)	6 (14,6)	1:23,3
21-30 %	2 (14,3)	4 (9,8)	1:20,0
31-40 %	-	-	-
> 40 %	4 (28,6)	20 (48,8)	1:31,0
Gesamt	14 (100)	41 (100)	1:26,8

* Prozentangaben in Klammern

Tabelle 27 und 28 führen Betriebe mit nur 1 oder 2 positiven Tieren auf. Bei den Normalbetrieben fallen über 80 % der Betriebe und über 60 % der Tiere in diese Kategorie, bei den Verwerfensbetrieben über 60 % der Betriebe und über 30 % der Tiere.

TABELLE 27: Normalbetriebe mit nur 1 oder 2 positiven Tieren

Anzahl der positiven Tiere je Bestand	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Tiere	Durchschnittlicher serologischer Titer der positiven Tiere
1	27 (65,8)*	27 (40,9)	1:24,4
2	7 (17,1)	14 (21,2)	1:24,3
Gesamt	34 (82,9)	41 (62,1)	1:24,4

* Prozentangaben in Klammern

TABELLE 28: Verwerfensbetriebe mit nur 1 oder 2 positiven Tieren

Anzahl der positiven Tiere je Bestand	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Tiere	Durchschnittlicher serologischer Titer der positiven Tiere
1	4 (28,6)*	4 (9,8)	1:25,0
2	5 (35,7)	10 (24,4)	1:42,0
Gesamt	9 (64,3)	14 (34,2)	1:37,1

* Prozentangaben in Klammern

Der durchschnittliche Titer der Tiere zeigt keine Abhängigkeit vom Verseuchungsgrad ihres Betriebes und schwankt zwischen 1 : 24,8 und 1 : 26,8.

3.4 Verseuchungsgrad des Tierbestandes in Abhängigkeit vom Alter der Tiere

In Tabelle 29 ist die Anzahl aller positiven und verdächtigen Tiere in Abhängigkeit vom Alter aufgetragen. Sowohl Tiere aus Normalbetrieben als auch aus Verwerfensbetrieben wurden, soweit ihr Alter bekannt war, berücksichtigt. Es zeigt sich, daß die Anzahl von Seroreagenten, d. h. alle Tiere mit einem Titer ab 1:10, bei Tieren unter einem Jahr signifikant höher ist als bei älteren Tieren. Eine weitere Altersabhängigkeit der prozentualen Verseuchung des Tierbestandes läßt sich nicht ablesen.

TABELLE 29: Verseuchungsgrad in Abhängigkeit vom Alter der Rinder in Bayern gesamt

Alter in Jahren	Anzahl der untersuch- ten Tiere	Anzahl der Tiere mit Titer 1:20	Anzahl der Tiere mit Titer > 1:40	Anzahl der positiven Tiere ins- gesamt	Anzahl der verdächti- gen Tiere insgesamt	Anzahl der Reagenten insgesamt (Titer > 1:
< 1	78	2 (2,6)*	2 (2,6)	4 (5,1)	6 (7,7)	10 (12,8)
1	211	3 (1,4)	1 (0,5)	4 (1,9)	8 (3,8)	12 (5,7)
2	361	9 (2,5)	2 (0,6)	11 (3,0)	8 (2,2)	19 (5,3)
3	613	15 (2,4)	2 (0,3)	17 (2,8)	24 (3,9)	41 (6,7)
4	668	12 (1,8)	6 (0,9)	18 (2,7)	17 (2,5)	35 (5,2)
5	479	5 (1,0)	-	5 (1,0)	17 (3,5)	22 (4,6)
6	376	11 (2,9)	1 (0,3)	12 (3,2)	11 (2,9)	23 (6,1)
7	262	4 (1,5)	1 (0,4)	5 (1,9)	15 (5,7)	20 (7,6)
8	147	4 (2,7)	2 (1,4)	6 (4,1)	7 (4,8)	13 (8,8)
> 8	220	3 (1,4)	1 (0,5)	4 (1,8)	10 (4,5)	14 (6,4)

* Prozentangaben in Klammern

3.5 Positive Nachgeburten

Im Landesuntersuchungsamt Nordbayern wurden seit 4 Jahren keine Chlamydien-positiven Nachgeburten beim Rind mehr festgestellt.

3.6 Chlamydien-positive Betriebe im Zusammenhang mit dem Auftreten von Q-Fieber

Von den 51 untersuchten Verwerfensbetrieben wurden 47 gleichzeitig im Landesuntersuchungsamt Nordbayern serologisch auf Q-Fieber untersucht. Im Zusammenhang damit ließen sich die Verwerfensbetriebe wie folgt einteilen:

- Anzahl der Betriebe ohne Chlamydien- oder Q-Fieber-Reagenten: 14
- Anzahl der Betriebe mit ausschließlich Chlamydien-Reagenten: 6
- Anzahl der Betriebe mit ausschließlich Q-Fieber-Reagenten: 14
- Anzahl der Betriebe mit Chlamydien- und Q-Fieber-Reagenten: 13

Von den 13 Betrieben, in denen sowohl Chlamydien- als auch Q-Fieber-Reagenten auftraten, überwogen in 5 Betrieben eindeutig die Q-Fieber-Reagenten, in 3 Betrieben die Chlamydien-Reagenten, in 5 Betrieben war die Verteilung in etwa gleich. Bei 4 von 73 Tieren mit Chlamydien-Titer konnte gleichzeitig ein Q-Fieber-Titer nachgewiesen werden.

3.7 Mögliche Einflüsse einer Impfung

Seit 1984 wurde in 4 oberfränkischen Betrieben, in denen Verdacht auf Chlamydienabort bestand, geimpft.

Ausgangssituation:

1. Bestand: 26 Kühe

Im November 1984 verkalbten 4 Kühe innerhalb von 3 Wochen.

Serologische Untersuchung: 2 von 38 Tieren positiv auf Q-Fieber

4 von 38 Tieren positiv auf Chlamydien

2. Bestand: 26 Kühe

Im März/April 1984 verwarfen 4 Tiere.

Serologische Untersuchung: 3 Tiere positiv auf Q-Fieber

8 Tiere positiv auf Chlamydien

3. Bestand: 39 Kühe

Im Frühling/Sommer 1985 verkalbten 4 Tiere, davon 2 unmittelbar nach MKS-Schutzimpfung.

Serologische Untersuchung: 3 Tiere positiv auf Chlamydien

4. Bestand: 27 Kühe im selben Ort wie der 3. Bestand

Im Frühling 1985 verkalbten 5 Tiere, davon 3 unmittelbar nach MKS-Schutzimpfung.

Serologische Untersuchung: 1 von 36 Tieren positiv auf Q-Fieber

5 von 36 Tieren positiv auf Chlamydien

In allen 4 Betrieben wurde im Anschluß an die serologische Untersuchung schutzgeimpft. Dafür wurde der Impfstoff Aborstop® der Firma Roger-Bellon (Neully sur Seine) verwendet, ein Totimpfstoff mit Öladjuvans mit einem

Antigenanteil von jeweils 10^5 Ei-LD₅₀ Coxiella burnettii und Chlamydia psittaci; d. h. es ist eine Schutzwirkung sowohl gegen Chlamydien als auch gegen Q-Fieber zu erwarten. Geimpft wurde subcutan mit einer Dosis von 2 ml je Tier. Nach der Impfung traten in allen Betrieben keine weiteren Aborte auf.

Der 2. Bestand wurde im August 1986 wieder serologisch auf Chlamydien und Q-Fieber untersucht. Er war im Dezember 1984 mit Aborstop® geimpft worden. Folgende Titer traten auf:

Chlamydien: 2 x 1:40	Q-Fieber: 1 x 1:20
19 x 1:20	1 x 1:10
5 x 1:10	

Tiere insgesamt: 52

D. h. 50 % aller Tiere zeigten einen Chlamydientiter, darunter auch 7 Tiere unter 2 Jahren, die also nicht geimpft waren.

IV. Diskussion

Die Zahlen über die Verbreitung von *Chlamydia psittaci* beim Rind differieren je nach Land und Autor stark. In Ostblockstaaten reicht die Verseuchung von 4 % in Beständen in der UDSSR (Abilgasanow, 1982) bis zu über 30 % in Ungarn und der DDR (Varju und Aldasy, 1981; Wehner und Wehr, 1980). Skandinavische Rinderbestände (Finnland, Dänemark) variieren von 0 bis 45 % positive Tiere (Neuvonen, 1976; Ronsholt, 1977 und 1978), während Herden in tropischen Ländern sogar 50 % Verseuchung erreichen. In Österreich fanden Sixl et al. (1973) 16 % positive Seroreagenten von 160 Rindern.

Die Zahl der in Bayern gefundenen positiven Tiere liegt demgegenüber mit 66 (=2,5 %) von 2674 untersuchten Seren aus normalen Beständen sehr niedrig. Man sollte jedoch berücksichtigen, daß beim Rind die Chlamydientiter im Allgemeinen relativ niedrig sind und schnell wieder absinken (Neuvonen und Pyörälä, 1981); nur 2 von 107 positiven Tieren dieser Untersuchung kamen auf Titer, die 1:40 überstiegen. Somit muß auch Titern von 1:10 (hier als Verdächtige gewertet) eine gewisse Aussagekraft über eine abgelaufene bzw. beginnende Chlamydieninfektion zugesprochen werden, zumal alle überprüften Titer von 1:10 sich als spezifisch mit Chlamydien-Antigen reagierend erwiesen. Zieht man alle 177 Reagenten von 2674 untersuchten Rindern in Betracht, steigt die durchschnittliche Verseuchung des bayerischen Rinderbestandes auf 6,7 %.

Ein möglicher Grund für die stark differierenden Zahlen verschiedener Autoren ist zum einen die unterschiedliche Auslegung gefundener Werte. Einige Untersucher werten Titer von 1:8 (von Wangenheim, 1986) oder 1:16 (Neuvonen und Pyörälä, 1981) bereits als positiv, andere, wie auch das Landesuntersuchungsamt Nordbayern und in dieser Untersuchung erst ab 1:20.

Andere Ursachen für die hohen Zahlen in Ostblockstaaten sind sicher auch in der dort vorherrschenden, gänzlich anderen Haltungsform - industriemäßige Rinderhaltung mit Beständen von mehreren 1000 Tieren je Betrieb - zu suchen. Nach Horsch (1980 b) bietet diese Massenhaltung durch vielfältige Möglichkeiten der Anreicherung und Serienpassagierung fakultativ pathogenen Mikroorganismen wie den Chlamydien besonders günstige Ausbreitungsbedingungen.

Was die tropischen Länder betrifft, so kann man davon ausgehen, daß die hygienischen Verhältnisse in der Tierhaltung wesentlich schlechter sind als in Mitteleuropa, so daß sich allein von daher höhere Verseuchungszahlen erklären lassen.

Innerhalb Bayerns zeigt Nordbayern mit 3 % positiven Tieren eine etwas stärkere Chlamydien-Verbreitung als Südbayern mit 2 %. Dieser Unterschied erwies sich jedoch nicht als statistisch signifikant. Diese Tendenz wäre damit zu erklären, daß in Nordbayern wesentlich mehr Kleinbetriebe existieren, deren Tierbestand eine stärkere prozentuale Verseuchung aufweist. So läßt sich tatsächlich in Unterfranken mit dem größten Anteil an Klein- und Kleinstbetrieben mit 3,7 % positiven Tieren die höchste Verseuchung belegen. Hier wurden sogar alle Positiven in Beständen unter 10 Tieren gefunden. Diese Kleinbetriebe sind überwiegend Nebenerwerbsbetriebe, in denen oft bedingt durch Zeitmangel, fehlende Investitionen und Ähnliches optimale Haltungsbedingungen nicht gegeben sind, so daß sich latente Infektionen, z. B. mit Chlamydien unbemerkt ausbreiten können. Schwaben mit vielen Großbetrieben - zum Teil mit Weidehaltung im Sommer - zeigt dagegen mit 1,3 % positiven Tieren den niedrigsten Verseuchungsgrad in Bayern. V.a. Weidehaltung führt nach Neuvonen und Pyörälä (1981) zu einer Verbesserung der Infektionssituation, da die Tiere in weniger engem Kontakt sind (nach Wehr et al., 1986, sind Artgenossen beim Rind als Hauptinfektionsquelle anzusehen!) und der Aufenthalt der Tiere im Freien

ein gute allgemeine Kondition mit sich bringt. Stallhaltung wirkt nach Horsch (1980 b) generell infektionsfördernd.

Da die Betriebsgröße deutlichen Einfluß auf die Verseuchung zu haben scheint, soll hier näher auf die Zahlen eingegangen werden. So waren in Bayern mit 15 von 37 Betrieben über 20 Tiere 40,5 % positiv, während es in Betrieben mit 10 bis 20 Tieren 19,0 % waren, in Kleinbetrieben unter 10 Tieren sogar nur 15,4 %. Die Verseuchungswahrscheinlichkeit steigt also mit der Betriebsgröße an. Dies ist schon von daher verständlich, als auf Grund der größeren Tierzahl natürlich auch die Möglichkeit, daß ein positives Tier darunter ist, steigt; außerdem ist durch den in Großbetrieben häufigeren An- und Verkauf von Tieren der Durchsatz größer als in Kleinbetrieben mit normalerweise relativ geringem Tierhandel, so daß leichter ein positives Tier in den Bestand gerät (Roth, 1985).

In Gegensatz dazu steht der Verseuchungsgrad der einzelnen Bestandsgrößenkategorien. Während die Hälfte der positiven Betriebe unter 10 Tieren einen Verseuchungsgrad höher als 20 % aufweisen, liegt er bei positiven Mittelbetrieben (10 bis 20 Tiere) zu über 60 % unter der 10 %-Marke, bei positiven Großbetrieben (mehr als 20 Tiere) sogar zu über 90 %. Der durchschnittliche Verseuchungsgrad fällt von 22,4 % bei Kleinbetrieben auf 4,4 % bei Großbetrieben. Wie oben ausgeführt dürften hier die schlechteren Haltungsbedingungen in vielen Kleinbetrieben einen Einfluß haben.

Trägt man alle positiven Normalbetriebe gegen den Verseuchungsgrad auf, ohne die Bestandsgröße zu berücksichtigen, so ergibt sich in Übereinstimmung mit der allgemein relativ geringen Verseuchung Bayerns, daß über die Hälfte aller Betriebe zu weniger als 10 % verseucht sind. Nur 17,1 % der Bestände weisen mit über 30 % eine starke Verseuchung auf. 82,9 % der Normalbetriebe und 64,3 % der Verwerfensbetriebe werden durch 1 oder 2 Reagenten positiv. Das deutet darauf hin, wie wichtig die äußeren

Bedingungen für die Ausbreitung einer Chlamydieninfektion sind, da ein chlamydien-positives Tiere im Bestand offensichtlich nicht zwangsläufig zur Ansteckung mehrerer oder aller Bestandstiere führt.

Der durchschnittliche serologische Titer der positiven Tiere erschien vom Verseuchungsgrad unabhängig.

Eine signifikante Abhängigkeit der Verseuchung vom Alter der Tiere ließ sich nur bei Rindern unter einem Jahr nachweisen. Bei ihnen betrug die Zahl der Reagenten 12,8 %, während die 1- und 2-jährigen Tiere mit 5,7 % bzw. 5,3 % Reagenten eher unter dem Durchschnitt aller über ein Jahr alten Tiere von 6,0 % Reagenten lagen. Auch Ronsholt (1977) und Wehr et al. (1985) fanden mehr Reagenten unter den Juntieren als unter erwachsenen. Untersuchungen von Neuvonen und Pyörälä (1981) dagegen erbrachten gleiche Verseuchung in allen Alterstufen; ihre Untersuchungen beruhen allerdings auf geringem Zahlenmaterial (53 Tiere). Kälber scheinen also besonders empfänglich für eine Chlamydien-Infektion, zumal ihnen auf Grund der geringen Durchseuchung des bayerischen Viehbestandes zum Großteil die kolostralen Antikörper fehlen dürften. Wehr et al. (1985) fand bei serologischen Längsschnittuntersuchungen an 320 Kälbern in der DDR sogar eine Verseuchung 60,4 % bei 240 bis 260 Tagen alten Kälbern, entscheidend höher als bei älteren Tieren.

Eine der weltweit bedeutendsten Erkrankungen durch *Chlamydia psittaci* beim Rind ist der Abort. Zahlen hierzu liegen v. a. aus Ostblockstaaten vor. Martinov (1984) fand in Bulgarien von 2803 Kühen aus Beständen in denen gehäuft Aborte auftraten 19 % Tiere mit Antikörpern gegen *Chlamydia psittaci*, Varju und Aldasy (1981) in Nordungarn 32 % von 105 Tieren. Wehner und Wehr (1985) wiesen in der DDR bei 1923 Abortblutproben 8,9 % positive nach, Abilgasanow (1982) in der UDSSR 22,8 % positive von 844 Büffeln und Kühen, die abortiert hatten. Wiederum erscheint dagegen die für Nordbayern

ermittelte Zahl von 41 positiven (= 3,5 %) von 1162 Rindern aus Betrieben, in denen gehäuft Aborte auftraten, sehr niedrig. Da aber in Ostblockstaaten auch für Normalbetriebe eine wesentlich höhere Chlamydien-Durchseuchung als für Bayern nachgewiesen wurde, erscheint es nur normal, daß dort die Chlamydien am Abortgeschehen auch einen größeren Anteil haben.

In Bayern liegen die Verwerfensbetriebe mit 3,5 % Verseuchung des Tierbestandes nur wenig über dem nordbayerischen Durchschnitt von 3,0 %. Allerdings sind unter den Verwerfensbetrieben mit 42,9 % entscheidend mehr Betriebe mit einer höheren Verseuchung von über 20 % zu finden, gegenüber den Normalbetrieben mit nur 17,1 %. Der durchschnittliche Verseuchungsgrad der positiven Verwerfensbetriebe liegt mit 23,8 % doppelt so hoch wie der der Normalbetriebe. Die durchschnittlichen serologischen Titer unterscheiden sich allerdings kaum. Zieht man jedoch alle Werte, die die Seuchensituation in Verwerfens- und Normalbetrieben charakterisieren, in Betracht, ist eine Mitwirkung von Chlamydien am Abortgeschehen in einzelnen Betrieben in Nordbayern nicht auszuschließen, wenn sie auch auf Grund der geringen durchschnittlichen Verseuchung der Tiere aus Abortbetrieben keine allzu große Rolle spielen dürften. Dieser Schluß wird auch dadurch gestützt, daß im Landesuntersuchungsamt Nordbayern seit 4 Jahren keine chlamydien-positiven Eihäute von Kühen mehr gefunden wurden. Allerdings ist dabei zu bedenken, daß der mikroskopische Erregernachweis nicht sehr sensitiv ist und daher negative Befunde einen Chlamydienabort nicht mit Sicherheit ausschließen können wie Lohrbach und Frost (1983) und Wehner und Wehr (1980) betonen.

Eine sehr viel bedeutendere Rolle als beim Rind spielt der Chlamydienabort in Bayern beim Schaf. In Nordbayern liegt der Chlamydienabort mit durchschnittlich 40 bis 50 % pro Jahr an der Spitze der infektiösen Abortursachen dieser Species (Plagemann und v.Kruedener, 1984), ebenso im benachbarten Hessen mit 58 % (Wachendörfer et al., 1980). Warum der

Chlamydienabort beim Rind so viel weniger wichtig ist als beim Schaf, obwohl Infektion und Pathogenese sich bei beiden Wiederkäuerspecies in etwa entsprechen (Horsch, 1980 b), dürfte - wenigstens zum Teil - in den unterschiedlichen Haltungsbedingungen begründet sein. Schafe leben normalerweise in großer Zahl in engstem Kontakt, mit oft karger Fütterung und schlechter Pflege, so daß in einer infizierten Herde ein hoher Erregerdruck und Haltungsmängel häufig zusammentreffen, günstigste Bedingungen für die Ausbreitung einer Chlamydieninfektion. Noch dazu scheidet das Schaf bei der Geburt - einem bedeutenden Übertragungsweg - 100 bis 1000 mal mehr Chlamydien aus als die Kuh (Martel et al., 1983).

Als weiteren wichtigen Aspekt einer Chlamydieninfektion führt Horsch (1980 b) Wechselwirkungen mit anderen Infektionen an, wobei die eine durch Immunsuppression zur Wegbereiterin der anderen werden kann. Horsch nennt als Beispiel ein Zusammenspiel von *Chlamydia psittaci* und bestimmten Viren bei der Polyarthrititis des Kalbes. In dieser Untersuchung erschien vor allem ein Zusammenhang mit dem Erreger des Q-Fiebers, *Coxiella burnetii*, als wichtiger Aborterreger in Nordbayern (Roth, 1985) von Interesse. Mischinfektionen von Chlamydien und Q-Fieber waren vom Landesuntersuchungsamt Nordbayern in Verwerfensbetrieben schon öfter festgestellt worden (Schreyer, 1986). In 13 (= 27,7 %) von 47 auf beide Erreger untersuchten Abortbetrieben kamen Seroreagenten auf *Chlamydia psittaci* und Q-Fieber vor. Dabei zeigten 4 (= 5,5 %) von 73 Chlamydien-Reagenten auch bei der KBR auf Q-Fieber einen Titer. In 6 (= 12,8 %) Betrieben traten nur Chlamydien-Reagenten auf, in 14 (= 29,8 %) nur Q-Fieber-Reagenten. D. h. die Zahl der Betriebe mit Chlamydien- und Q-Fieber-Reagenten gleichzeitig ist mehr als doppelt so hoch als die der Betriebe mit reiner Chlamydieninfektion, so daß eine Wechselwirkung beider Erreger wohl eine gewisse Rolle im Infektionsgeschehen spielen könnte.

Als einzig ausreichend wirksames und gleichzeitig wirtschaftlich

vertretbares Mittel gegen die Chlamydiose in Milchviehbeständen bezeichnen Lohrbach und Frost (1983) die Impfung gegen den Erreger. Sie berichten von einem Fall von Verdacht auf Chlamydienabort in einem hessischen Milchviehbestand, dessen Ätiologie jedoch nicht durch Erregernachweis gesichert werden konnte. Eine Impfung mit einer formalininaktivierten Chlamydienvakzine führte zum völligen Sistieren des Abortgeschehens. Auch in Nordbayern wurden 4 Milchviehbestände geimpft, bei denen auf Grund zahlreicher Chlamydientiter der Verdacht auf Chlamydienabort bestand. Nach einmaliger Impfung mit Aborstop[®], einer formalininaktivierten Vakzine mit Antigenanteilen von *Chlamydia psittaci* und *Coxiella burnetii*, kam es in keinem der 4 Betriebe zu weiteren Aborten, so daß der Nutzen der Impfung unbestritten sein dürfte. Da allerdings somit gleichzeitig auch gegen Q-Fieber geimpft wurde und in 3 von 4 Beständen einige wenige Q-Fiebertiter auftraten, ist mit dem Erfolg der Impfung die Ätiologie Chlamydienabort keineswegs völlig gesichert. Der Verdacht, daß die Chlamydieninfektion die dominierende Rolle spielt, wird durch das Ergebnis der serologischen Nachuntersuchung eines Betriebes gestützt, wonach 26 von 52 Tieren Chlamydientiter hatten (darunter auch 7 nachgewachsene, ungeimpfte Tiere) und nur 2 Q-Fieberantikörper. Andererseits ist durch die Vakzination eine gewisse Stimlierung der unspezifischen Abwehr eines Tieres in Betracht zu ziehen. Dies kann jedoch nicht den Erfolg in allen 4 gleichgelagerten Fällen erklären. Daher sind die Ergebnisse der Impfung in o.g. 4 nordbayerischen Betrieben als Bestätigung für Lohrbach und Frosts (1983) Aussage anzusehen, daß die Vakzination nach dem derzeitigen Kenntnisstand das Mittel der Wahl bei Chlamydiose in Milchviehbeständen darstellt, da eine prophylaktische Chemotherapie aller gefährdeten Tiere unrentabel wäre.

Auch beim Schaf wird die Impfung mit gutem Erfolg und in viel höherem Maße als beim Rind durchgeführt. Wachendörfer et al. (1980) betonen allerdings, daß beim Schaf und auch beim Rind mit der Vakzination nur eine partielle,

zeitlich begrenzte Immunität erzielt werden kann. So fanden Rodolakis et al. (1980) bei Versuchen mit trächtigen Schafen, daß die Impfung mit Totvakzinen wohl die Abortrate beträchtlich senkt, die Erregersausscheidung aber nicht unbedingt aufhört, so daß die Infektion im Tierbestand weiterhin latent vorhanden bleibt. Im oben erwähnten geimpften serologisch nachuntersuchten Milchviehbestand zeigten ca. 1 1/2 Jahre nach der Impfung 50 % der Tiere Titer von 1:10 bis 1:40. Da sich KBR-Antikörper, die durch Infektion (oder Impfung) mit Chlamydien erzeugt werden, normalerweise nur einige Monate in meßbarer Menge im Blut halten (Neuvonen und Pyörälä, 1981), müssen die serologischen Titer auf erneutem Erregerkontakt beruhen. Weiterhin sind 7 serologische Reagenten des Betriebes unter 2 Jahre alt, so daß es sich bei ihnen auf keinen Fall um Impftiter handeln kann. Dies könnte als Hinweis darauf gelten, daß auch für das Rind zutrifft, daß die Impfung gegen Chlamydien wohl die Abortrate entscheidend senkt, nicht aber die Erregersausscheidung und damit die Infektion beseitigt, wie Rodolakis und Souriau (1980) und Punke et al. (1980) für das Schaf feststellen.

Zusammenfassend läßt sich aussagen, daß Chlamydia psittaci in Bayern derzeit auf Grund seiner geringen Verbreitung im Tierbestand keine bedeutende Rolle unter den Infektionskrankheiten des Rindes einnimmt. Auch im Abortgeschehen in Bayern sind die Chlamydien nur in Einzelbetrieben als Ursache zu sehen. Chlamydien sollten jedoch im Verdachtsfall nie außer Acht gelassen werden, da sie in einzelnen Beständen durchaus zum hartnäckigen Problem werden können. In diesem Fall ist eine Impfung anzuraten, auch wenn kein direkter Erregernachweis gelingt, zumal bis jetzt keine nachteiligen Wirkungen einer Vakzination bekannt sind (Lohrbach und Frost, 1983). Inwieweit die Rinderchlamydiose in anderen Bundesländern verbreitet ist, z. B. in Norddeutschland, mit Haltungsformen und Massentierhaltung, die dem Erreger eher Vorschub leisten (siehe oben), bedarf weiterer Reihenuntersuchungen.

V. Zusammenfassung

1. Rinderblutproben von Tieren aller Altersstufen wurden mit der Komplexbindungsreaktion auf Antikörper gegen *Chlamydia psittaci* untersucht. Die Proben stammten aus den 7 Regierungsbezirken Bayerns und wurden in der Zeit von Januar bis April 1986 an die Landesuntersuchungsämter für das Gesundheitswesen Nordbayern und Südbayern eingeschickt.
2. Um ca. 0,1 % aller Tiere und Bestände in Bayern zu erfassen, wurden 1234 Proben aus 92 nordbayerischen Betrieben und 1440 Proben aus 94 südbayerischen Betrieben untersucht. Um zu sehen, ob der Chlamydienabort bei Rindern in Bayern eine Rolle spielt, wurden in der Zeit von Januar bis Dezember 1986 1162 Proben aus 51 nordbayerischen Betrieben mit erhöhter Abortrate untersucht. Ein Titer von 1:10 in der KBR galt als verdächtig, ein Titer ab 1:20 als positiv.
3. 22 % der bayerischen Bestände und 2,5 % der Tiere waren positiv, 23,1 % der Bestände und 4,2 % der Tiere verdächtig. Nordbayern mit zahlreichen Klein- und Nebenerwerbsbetrieben war mit 3,0 % positiven Rindern stärker durchseucht als Südbayern mit wesentlich mehr Großbetrieben und Weidehaltung mit 2,0 %. Unterfranken mit besonders vielen Nebenerwerbslandwirten wuch mit 3,7 % positiven Tieren am meisten nach oben vom Durchschnitt ab, Schwaben mit überwiegend Großbetrieben und ausgeprägter Weidehaltung mit nur 1,3 % Positiven am meisten nach unten.
4. Die Verseuchungswahrscheinlichkeit der Bestände wuchs mit der Betriebsgröße. Dagegen waren die Kleinbetriebe im Durchschnitt jedoch wesentlich stärker verseucht als die Großbetriebe. 82,9 % aller Normalbetriebe und 64,3 % aller Verwerfensbetriebe wurden nur durch 1 oder 2 Tiere positiv. Der durchschnittliche Antikörpertiter der Rinder zeigte sich unabhängig vom Verseuchungsgrad.

5. Tiere unter einem Jahr wiesen signifikant mehr Seroreagenten auf als ältere Tiere. Eine weitere Altersabhängigkeit der Durchseuchung war nicht festzustellen.
6. Tiere aus Verwerfensbetrieben lagen mit 3,5 % Positiven nur wenig über dem nordbayerischen Durchschnitt. Jedoch lag der durchschnittliche Verseuchungsgrad dieser Bestände mit 23,8 % doppelt so hoch wie der der Normalbetriebe.
7. Seit 4 Jahren wurden im Landesuntersuchungsamt Nordbayern keine chlamydien-positiven Rindernachgeburten mehr gefunden.
8. In 13 von 18 Verwerfensbetrieben mit Chlamydien-Reagenten traten gleichzeitig Q-Fieber-Reagenten auf. Bei 4 von 73 Chlamydien-Reagenten aus solchen Betrieben war auch ein Q-Fieber-Titer nachzuweisen.
9. In 4 Betrieben mit Verdacht auf Chlamydienabort wurde 1984 mit einer Totvakzine gegen *Chlamydia psittaci* und Q-Fieber geimpft. Weitere Aborte blieben daraufhin aus. Ein Betrieb wurde nach 1 1/2 Jahren wieder serologisch untersucht. Die zahlreichen, relativ hohen auftretenden Titer - auch bei Jungtieren unter 2 Jahren - wurden als Hinweis darauf gewertet, daß der Erreger durch die Impfung nicht aus der Herde eliminiert werden konnte.

Summary

Distribution of *Chlamydia psittaci* among cattle in Bavaria and presence of chlamydial infections in dairy herds in which abortion has occurred

1. Serum samples of cattle of all ages were investigated for complement fixing antibodies against *Chlamydia psittaci*. The samples came from the 7 districts of Bavaria and were sent to the State Veterinary Investigation Centers in North- and South-Bavaria from January to April, 1986.
2. 1234 blood samples of 92 North-bavarian farms and 1440 samples of 94 South-bavarian farms were tested to register about 0.1 % of all animals and herds in Bavaria. 1162 blood samples of 51 North-bavarian dairy herds in which abortion had occurred were examined during January until December 1986 to demonstrate whether bovine chlamydial abortion plays an important role in Bavaria. CF titres of 1:10 were considered questionable, titres of 1:20 and higher were considered positive.
3. 22.0 % of all Bavarian farms which were investigated and 2.5 % of the respective animals were positive, 23.1 % of all farms and 4.2 % of the respective animals were questionable. The frequency of positive CF titres was higher (3.0 %) in North-Bavaria where a lot of small farms exist than in South-Bavaria where many farms are large and more pastures are available. One North-bavarian district, Lower Franconia, with an especially great number of small farms exceeded the average of positive animals the most (3.7 %). In Swabia, a South-bavarian district with many large farms, were relatively few positive individuals (1.3 %).
4. The possibility of an infection increased with the size of a herd. But the larger a herd was, the smaller was the percentage of infected

individuals. 82.9 % of the positive farms had only 1 or 2 reacting animals. The average CF titre of the animals does not depend on the rate of infectivity of their farm.

5. Animals being younger than one year showed a significantly higher percentage of sero-reagents than older animals. This was the only correlation between age and presence of the infection that could be proved.
6. 3.5 % of the animals from herds in which abortion had occurred recently, were positive. This was not far above the average of North-Bavaria. But the average infectivity rate of these farms was 23.8 %. That is twice as much as in herds without abortions.
7. For 4 years no bovine placenta with Chlamydiae had been found in the State Veterinary Investigation Center of North-Bavaria.
8. Chlamydia- und Q-Fever-reagents were found simultaneously in 13 of 18 herds where abortions had occurred. 4 of 73 Chlamydia-reagents were also positive to Q-Fever-antigen.
9. In 4 herds where Chlamydiae were presumed as the cause of abortions, the cattle were vaccinated against Chlamydia and against Q-Fever with an inactivated vaccine. Thereupon abortions stopped. One of these herds was examined again 18 months later. 50 % of the animals had relatively high titres to Chlamydia, even 7 unvaccinated individuals. This result showed that a vaccination can reduce abortion but cannot eliminate Chlamydia from a herd.

Résumé

Analyse sur la propagation de la *Chlamydia psittaci* chez les bovins, et sur la présence de ce micro-organisme dans les élevages ayant un important pourcentage abortif

1. Les anticorps contre la *Chlamydia psittaci* ont été constatés par la réaction de fixation du complément dans les échantillons sanguins prélevés sur des animaux de tout âge. Ces échantillons, provenant des 7 régions administratives Bavaroises, furent envoyés de Janvier à Avril 1986 aux Offices gouvernementaux d'analyse sanitaire de Bavière du nord et du sud.
2. 1234 échantillons provenant de 92 fermes du nord de la Bavière et 1440 échantillons provenant de 94 élevages du sud de la Bavière ont permis d'obtenir, après analyse, un taux approximatif de 0,1 % sur tous les animaux et troupeaux Bavarois. 1162 échantillons, originaires de 51 fermes du nord de la Bavière, où un important taux abortif a été enregistré, furent analysés afin de savoir si les avortements dus à la *Chlamydia psittaci* jouent un rôle important chez les bovins en Bavière. Un titre de 1:10 dans la réaction de fixation du complément fut considéré comme suspect, un titre de 1:20 et plus fut considéré comme positif.
3. 22 % des troupeaux et 2,5 % des animaux Bavarois se sont révélés positifs, 23,1 % des troupeaux et 4,2 % des bovins ont été classés comme suspects. Le nord de la Bavière, avec ses fermes plus petites, où le bétail reste à demeure à l'étable, s'est révélé, avec 3 % des bêtes positives, plus infecté que la Bavière du sud dont les exploitations sont plus grandes et où, le bétail, a la possibilité de rester dans les prés. La basse Franconie, particulièrement dotée de nombreuses petites entreprises, avait, avec 3,7 % d'animaux ayant une réaction positive, le taux le plus élevé en comparaison de la moyenne enregistrée alors que la Souabie, caractérisée par de grands établissements ayant leurs bêtes au pâturage, enregistrait le taux le

plus bas avec seulement 1,3 % d'animaux à réaction positive.

4. La probabilité d'infection était proportionnelle à l'importance de l'entreprise. D'un autre côté, les petites fermes étaient, en moyenne, plus infectées que les grandes. 82,9 % de l'ensemble des exploitations dégageaient un résultat positif à cause d'un ou deux animaux seulement. La moyenne du titre d'anticorps des bovins n'avait pas de rapport avec le degré d'infection.
5. Les réactions sérologiques furent plus fréquentes chez les bêtes de moins d'un an que chez les animaux plus âgés. C'était la seule relation constatée entre l'âge et l'infection.
6. Les animaux provenant d'entreprises dont le pourcentage abortif était très élevé, représentaient 3,5 %, ce qui était très peu au-dessus de la moyenne enregistrée dans la région nord de la Bavière. Cependant, le taux d'infection de ces troupeaux se trouvait, avec 23,8 % être le double de celui enregistré dans des entreprises normales.
7. Depuis 4 ans, l'Office gouvernemental d'analyse sanitaire de Bavière du nord, n'a plus trouvé de arrière-faix bovin positif.
8. Sur 18 fermes à fort taux abortif, où on trouvait des bêtes possédant des anticorps contre la Chlamydia psittaci, on observait parallèlement, dans 13 d'entre elles, des bovins ayant des anticorps contre la Fièvre Q. Parmi 73 animaux réagissant contre la Chlamydia psittaci, 4 avaient un titre de Fièvre Q.
9. En 1984 un vaccin inactivé, contre la Chlamydia psittaci et la Fièvre Q, a été inoculé dans 4 entreprises où la Chlamydiose abortive était supposée. De ce fait les avortements cessèrent. Des examens sérologiques furent de nouveaux entrepris dans une de ces 4 fermes, après un laps de temps de 18 mois. Les nombreux (50 %) et relativement hauts titres observés, même chez des animaux non vaccinés, laissent supposer que l'élimination de la Chlamydia psittaci dans les troupeaux

n'a pas été obtenue.

Am Schluß der Arbeit möchte ich Herrn leitenden Veterinärdirektor Dr. K. Bauer, Abteilungsleiter im Landesuntersuchungsamt in Nürnberg, herzlich für die Überlassung des Themas und seine freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit danken.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei Frau K. Schreyer, Leiterin des Sachgebiets Serologie und Virologie des Landesuntersuchungsamtes Nürnberg und ihren Mitarbeitern für die technische Einarbeitung in die Untersuchungsverfahren.

Zu besonderem Dank bin ich Herrn Professor Dr. Dr. h.c. mult. A. Mayr, Vorstand des Instituts für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre an der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Übernahme der Arbeit verpflichtet.

Lebenslauf

Am 19. Mai 1957 wurde ich, Rita Saffer, als Tochter des Elektromeisters Richard Saffer und der Verkäuferin Helga Saffer in Erlangen geboren. Von 1963 bis 1967 besuchte ich die Pestalozzi-Schule, Volksschule, in Erlangen. Von dort wechselte ich auf das Musische Gymnasium in Erlangen, das ich 1976 nach Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife verließ.

Anschließend machte ich 2 Jahre auf der Schule für technische Assistenzberufe der Fa. Siemens in Erlangen eine Ausbildung zur Ingenieurassistentin mit und arbeitete dann für 1 1/2 Jahre in diesem Beruf.

Im April 1980 nahm ich das Studium der Tiermedizin an der Freien Universität Berlin auf. Nach 2 Semestern wechselte ich an die Ludwig-Maximilians-Universität in München. Dort erhielt ich am 1. Januar 1986 die Approbation zum Tierarzt.

In der Zeit vom Januar 1986 bis zum Januar 1987 arbeitete ich am Landesuntersuchungsamt in Nürnberg an vorliegender Doktorarbeit.

Literaturverzeichnis

- ABILGASANOW, M.M. (1982):
Chlamydial abortion in cows, buffaloes and zebu
Veterinariya, Moskau, No. 12, 57
- BARWELL, C.F. (1955):
Lancet 2, 1369
- BRÜNING, H. (1982):
Untersuchungen zur Aerosoldesinfektion von Chlamydien
Vet. Med. Diss., Gießen
- BRÜNING, H.; GEISSLER, H. und KÖSTERS, J. (1983):
Untersuchungen zur Methodik der Prüfung chemischer Desinfektionsmittel auf ihre Wirksamkeit gegen Chlamydien
Zbl. Vet. Med. B 30, 387
- CAVALLI-SFORZA, L. (1974):
Biometrie - Grundzüge biologisch-medizinischer Statistik
Gustav Fischer Verlag Stuttgart
- DHINGRA, P.N.; AGARWAL, L.P.; MAHAJAN, V.M. und ADALAKHA, S.C. (1980):
Isolation of Chlamydia from Pneumonic Lungs of Buffaloes, Cattle and Sheep
Zbl. Vet. Med. B 27, 680
- FARINA, R.; ANDREANI, E.; CERRI, D.; GIANFALDONI, D.; SALIM, A. und ARUSH, M. (1986):
Serological survey of the prevalence of Chlamydiosis in domestic animals in Somalia
Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Pisa 37, 93
- GERBERMANN, H. und PAUELS, F.J. (1982):
Der Einfluß des Immunsystems auf die Abwehr einer Psittakoseinfektion
Der prakt. Tierarzt 5, 458
- GIROUD, P. (1954):
Arch. Inst. Pasteur (Tunis) 34, 187
- HORSCH, F. (1980 a):
Internationales Symposium über Chlamydieninfektionen der Wiederkäuer (November 1978 in Berlin), Vorwort
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 3
- HORSCH, F. (1980 b):
Epizootiologie, Pathogenese und Infektionsabwehr bei den Chlamydieninfektionen der Wiederkäuer
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 5
- JINDRICOVA, J. (1980):
Chlamydieninfektionen exponierter Personengruppen in der CSSR
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 33
- JOHNSON, F.W.A.; CLARKSON, M.J. und SPENCER, W.N. (1983):
Susceptibility of Chlamydia psittaci (ovis) on antimicrobial agents
J. of Antimicrobial Chemotherapy 11, 413

- JONES, G. (1981):
Bovine lameness due to suspected chlamydial infection
Modern veterinary practice 62, 704
- KIUPEL, H. und WEHR, J. (1980):
Zum Vorkommen der Sporadischen Bovinen Encephalomyelitis (SBE)
im Norden der DDR
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 57
- KRÜGER, M. und WEHR, J. (1980):
Zur Eignung verschiedener Labortiere als Modell zur Wirksam-
keitsprüfung von Chlamydienimpfstoffen
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 123
- LOHRBACH, W. und FROST, J.W. (1983):
Erfahrungsbericht über einen Impfversuch gegen die Rinder-
chlamydiose in einem hessischen Milchkuhbetrieb
Tierärztl. Umschau 38, 345
- McKERCHER, D.G.; WADA, E.M.; AULT, S.K. und THEIS, J.H. (1980):
Preliminary Studies on Transmission of Chlamydia to Cattle by
Ticks (*Ornithodoros coriaceus*)
Am. J. Vet. Res. 41, 922
- MARTEL, J.L.; PERRIN, M.; RODOLAKIS, A.; RUSSO, P.; DESCHANEL, J.P. und
GARNIER, F. (1983):
Infection expérimentale de la vache gestante par *Chlamydia*
psittaci
Ann. Rech. Vét. 14, 117
- MARTINOV, S.P. und POPOV, G.V. (1978):
Nachweis von Chlamydien bei erkrankten Personen
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 45,
- MARTINOV, S.P. (1984):
Investigations of *Chlamydia* infection in herds of cattle in
which abortion has occurred
Veterinarnomeditsinski Nauki 21, 81
- NEUVONEN, E. (1976):
Occurrence of antibodies to group specific *Chlamydia* antigen
in cattle and reindeer sera in Finnish Lapland
Acta vet. scand. 17, 363
- NEUVONEN, E.; LORETU, K. und KIKOPA, R. (1980):
Frequency of group-specific *Chlamydia* (*psittaci*) antibodies in
cattle in some areas in Tanzania
Bulletin of Animal Health and Production in Africa 28, 282
- NEUVONEN, E. und PYÖRÄLÄ, E. (1981):
Serological observations on *Chlamydia psittaci* infection in
Finnish dairy herds
Acta vet. scand. 22, 1
- NOVILLA, M.N. und BRANA, E.B. (1972)
Chlamydial studies in the Philippines. I. Preliminary report
on the occurrence of complement-fixing antibodies in one avian
and two mammalian species
Phil. J. Vet. Med. 11, 133
- PAGE, L.A. (1974):

Chlamydiales

in Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8. Auflage
Herausgegeben von Buchanan, R.E. und Gibbons, N.E.,
Baltimore: Williams and Wilkins, 914

PLAGEMANN, O. (1981):

Chlamydien als Abortursache beim Schwein und als Differential-
diagnose zum Smedi-Komplex
Tierärztl. Umschau 36, 842

PLAGEMANN, O. und KRUEDENER, R. von (1984):

Untersuchung über nicht virusbedingte Abortursachen beim Schaf
in Nordbayern
Der prakt. Tierarzt 65, 848

POPOV, G.V. und MARTINOV, S.P. (1980):

Morphologie und Morphogenese einiger Chlamydienstämme
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 11

POSPISIL, R.; HORVATH, J.; CISLAKOVA, L. und PROKOPCAKOVA, H. (1980):

Chlamydienpneumonien bei Kälbern und Schweinen und ihre Bezie-
hungen zu einigen Erkrankungen des Menschen
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 41

PUNKE, G.; STELLMACHER, H. und SCHULZ, G. (1980):

Klinisch-epizootiologische und pathomorphologische Untersu-
chungen zur Chlamydieninfektion in Schafanlagen
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 81

ROBERTS, W., GRIST, N.R. und GIROUD, P. (1967):

Brit. Med. J. 4, 37

RODOLAKIS, A.; SOURIAU, A.; RAYNAUD, J.-P. und BRUNAUT, G. (1980):

Efficacy of a long-acting Oxytetracycline against Chlamydial
ovine abortion
Ann. Rech. Vét. 11, 437

RODOLAKIS, A. und SOURIAU, A. (1980):

Clinical evaluation of immunity following experimental or
natural infection of ewes with Chlamydia psittaci (Var. ovis)
Ann. Rech. Vét. 11, 215

RODOLAKIS, A.; GESTIN, L. und BERTIN, A. (1981):

Méthode de contrôle des vaccins contre la Chlamyidiose abortive
ovine utilisant la souris gestante
Ann. Rech. Vét. 12, 371

ROLLE, M. und MAYR, A. (1978):

Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre
4. Auflage, Enke Verlag Stuttgart

RONSHOLT, L. (1977):

Herd distribution of seropositive reagents to Chlamydia in
Danish cattle
Nord. Vet.-Med. 29, 474

RONSHOLT, L. (1978):

Chlamydia psittaci infection in Danish cattle
Acta Path. et Microb. Scand. 86B, 291

- RONSHOLT, L. und BASSE, A. (1981).
Bovine mastitis induced by a common intestinal Chlamydia
psittaci strain
Acta. vet. scand. 22, 9
- ROTH, C.D. (1985):
Untersuchungen zur Verbreitung des Q-Fiebers bei Rindern in
Nordbayern und zu Maßnahmen zur Bekämpfung unter besonderer Be-
rücksichtigung der Impfung
Vet. Med. Diss. München
- SADOWSKI, M.J.; SEMKA, Z. und FRYMUS, M. (1983):
Nachweis von Chlamydien bei Bullen
Mh. Vet.-Med. 38, 724
- SCHACHTER, J., OSTLER, H.B. und MEYER, K.F. (1969):
Lancet 1, 1063
- SCHACHTER, J.; BANKS, J.; SUGG, N.; SUNG, M.; STORZ, J. und MEYER, K.F.
(1975):
Serotyping of Chlamydia: isolates of bovine origin
Infection and Immunity 11, 904
- SCHMATZ, H.-D.; SCHMATZ, S.; WEBER, A. und SAILER, J. (1977):
Seroepidemiologische Untersuchungen zum Vorkommen von Chlamy-
dien bei Haus- und Wildtieren
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 90, 74
- SCHREYER, K. (1986):
Persönliche Mitteilung
- SCHUTTE, A.P. und PIENAAR, J.G. (1977):
Chlamydiosis in sheep and cattle in South Africa
J. of the South African Vet. Assoc. 48, 261
- SHARMA, D.R. und BAXI, K.K. (1983):
Chlamydial antibodies in cattle and buffaloes of Punjab, India
Indian J. of Comparative Microb., Imm. and Inf. diseases 4,
107
- SHEWEN, P.E., POVEY, R.C. und WILSON, M.R. (1978):
Can. Vet. J. 19, 289
- SIXL, W.; STUNZNER, D. und SIXL-VOIGT, B. (1973):
Serologische Untersuchungen von Wildtier-, Haustier- und Hu-
manseren auf Ornithose
Zbl. für Bakt., Parasit., Inf.krkh. und Hyg. 225A, 381
- SPROCKHOFF, H. von (1979):
Zur Tenazität von Chlamydien und Coxiella burnetii
Dtsch. tierärztl. Wschr. 87, 273
- STELLMACHER, H.; LIPPMANN, R. und SCHULZ, G. (1980):
Chlamydien-Pneumonie bei Mastlämmern
Mh. Vet.-Med. 35, 250
- STELLMACHER, H.; KIELSTEIN, P.; HORSCSH, F. und MARTIN, J. (1983):
Zur Bedeutung der Chlamydien-Infektion des Schweines unter
besonderer Berücksichtigung der Pneumonien
Mh. Vet.-Med. 38, 601

- STORZ, J. (1971):
Chlamydia and chlamydia-induced Diseases 1971
Herausgegeben von Thomas, C.C., Springfield/Illinois, USA
- STORZ, J. und SPEARS, P. (1980):
Chlamydienbedingte Polyarthritiden bei Kälbern und Schafen: Pathogenese und Erregereigenschaften
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 53
- STORZ, J. und KRAUSS, H. (1985):
Chlamydia
in Handbuch der bakteriellen Infektionskrankheiten bei Tieren
Gustav Fischer Verlag, Jena 1985, 447
- TERSKICH, J.J.; BAGDONAS, J.J.; POPOVA, O.M.; OBOLADZE, D.B.; SAVOSINA, N.S. und ABRAMOVA, L.N. (1980):
Spezifische Diagnostik und Möglichkeiten der Immunprophylaxe bei verschiedenen Chlamydieninfektionen der Wiederkäuer
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 97
- VARJU, L. und ALDASY, P. (1981):
Serologische Reihenuntersuchungen mit dem Komplementbindungstest zur Chlamydien-Infektion in Rinderbeständen in Nord-Ungarn
Magyar allatorvosok Lapja Nr. 36, 376
- WACHENDORFER, G.; VALDER, W.-A. und LÜTHGEN, W. (1980):
Erfahrungen mit der Vakzination gegen den Chlamydienabort des Schafes
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 105
- WACHENDORFER, G. und LOHRBACH, W. (1980):
Neuere Erkenntnisse zur Humanpathogenität von Säugetierchlamydien
Berl. Münchn. Tierärztl. Wschr. 93, 248
- WANGENHEIM, VON (1986):
Mitteilung vom 11. 6. 1986
- WEBER, A.; KRAUSS, H. und SCHMATZ, H.-D. (1977):
Seroepidemiologische Untersuchungen zum Vorkommen von Chlamydieninfektionen bei Versuchshunden
Ztschr. für Versuchstierkunde 19, 270
- WEBER, A. (1986):
Chlamydieninfektionen auch bei einheimischen Jagd- und Wildtieren?
Wildbiol. Inform. für den Jäger, Enke Verlag Stuttgart, 79
- WEHNER, U. und WEHR, J. (1980):
Genitalinfektionen und Aborte durch Chlamydien beim Rind
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 67
- WEHNERT, C.; WEHR, J.; TEICHMANN, G.; MECKLINGER, S. und ZIMMERHACKEL, W. (1980):
Untersuchungen über die Beteiligung von Chlamydien an einem Mastitisgeschehen
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 71

- WEHR, J. (1980):
Zu einigen Charakteristika von Rinderchlamydienstämen
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 25
- WEHR, J.; BLOHM, H. und SCHMIDT, V. (1980):
Untersuchungen zur Bedeutung der Chlamydien bei der infektiösen Keratokonjunktivitis des Rindes
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 61
- WEHR, J. und ILCHMANN, G. (1980):
Experimentelle Untersuchungen zur Immunprophylaxe der respiratorischen Chlamydieninfektion des Kalbes
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 113
- WEHR, J.; SCHWERG, H.-P. und KUNTER, E. (1983):
Ein Beitrag zur Ätiologie, Therapie und Prophylaxe der Aufliegeschäden bei Kälbern
Mh. Vet.-Med. 38, 828
- WEHR, J.; DEUTER, H. und MEYER, H. (1985):
Klinisch-epizootiologische Untersuchungen zur Chlamydieninfektion in einem Kälber- und einem Jungrinderbestand
Mh. Vet.-Med. 40, 508
- WEHR, J.; DEDEK, J. und LOEPELMANN, H. (1986):
Serologische Untersuchungen bei Chlamydieninfektionen des Schwarzwildes
Mh. Vet.-Med. 41, 116
- WERT, D.E.M. (1986):
Nachweis von Antikörpern gegen Chlamydia psittaci und Coxiella burnetii bei Hund und Katze: eine seroepidemiologische Studie mit einem Enzymimmuntest (Elisa)
Vet. Med. Diss. Gießen
- WILSMORE, A.J.; PARSONS, V. und DAWSON, M. (1984):
Experiments to demonstrate routes of transmission of ovine enzootic abortion
Br. vet. J. 140, 380
- WILSMORE, A.J.; ABDULJALIL, S.A.; PARSONS, V.H. und DAWSON, M. (1984):
Observations on a skin sensitivity test for ovine enzootic abortion
Br. vet. J. 140, 468
- WITTER, W.; BERGER, G.; LIPPSTREU, S. und WEHR, J. (1982):
Ein Beitrag zum Problem der Aufliegeschäden beim Saugkalb
Mh. Vet.-Med. 37, 769
- WOLFF, F. und WOLFF, R. (1980):
Arbeitsmedizinische Untersuchungen zur Beurteilung von Chlamydieninfektionen bei Werktätigen in der industriemäßigen Rinder- und Schafproduktion
Wiss. Ztschr. der Humboldt-Univ. zu Berlin 1, 51

